

## Halvat kevyen liikenteen väylät

Kivituhka ja tingitty mitoitus  
50 000 - 150 000 mk/km  
halvempi kuin AB-päällysteinen

Soveltuu  
vähäliikenteisille väylille  
ja puistoihin

Märkänä kurainen,  
kuivana hyvä

Tielaitoksen  
selvityksiä

35/1999

Helsinki 1999

TIEHALLINTO  
Tie- ja  
liikennetekniikka

Tielaitoksen selvityksiä  
35/1999

## **Halvat kevyen liikenteen väylät**

**Tielaitos**  
TIEHALLINTO

Helsinki 1999

ISSN 0788-3722  
ISBN 951-726-566-2  
TIEL 3200578

Oy Edita Ab  
Helsinki 1999

Julkaisua myy  
Tielaitos, painotuotepalvelut  
Telefax 0204 44 2652  
Tilauslomake: <http://www.tieh.fi/kirjasto/tilaus.htm>



**Tielaitos**  
**TIEHALLINTO**  
Tie- ja liikennetekniikka  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 44 150



## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli etsiä halvempia vaihtoehtoja nykyisille asfaltti-päällysteisille kevyen liikenteen väylille selvittämällä millaisia rakenteita on käytetty toteutetuissa kohteissa sekä mitoittamalla esimerkkirakenteita. Selvityksen yhteydessä tehtyjen kyselyjen perusteella Tielaitos on aiemmin toteuttanut vain muutamia kivituhka- tai sorapintaisia kevyen liikenteen väyliä. Osa hankkeista on toteutettu yhteistyössä kuntien ja kylätoimikuntien kanssa. Helsingin ja Oulun kaupungit ovat toteuttaneet ohuempirakenteisia kivituhka- ja sorapintaisia kevyen liikenteen väyliä lähinnä puistopyöräteinä.

Tavoitekantavuutena voidaan sora- ja kivituhkapintaisella väylällä pitää  $70 \text{ MN/m}^2$ , jolloin on kuitenkin huomioitava, ettei märkänä aikana tehdä kunnossapitotoimia raskaalla kalustolla. Routamitoituksessa voidaan myös tinkiä, sillä sora- ja kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä ei halkeile yhtä herkästi kuin asfalttipäällysteinen väylä.

Kivituhka- ja sorapinnoite mahdollistaa myös kevyen liikenteen väylän toteuttamisen vaiheittain. Väylä voidaan myöhemmin päällystää asfaltilla. Kantavuuspuute saadaan korjattua lisäämällä kantavan kerroksen paksuutta. Routimisen aiheuttamat pituushalkeamat voidaan ehkäistä asentamalla teräsverkko niihin kohtiin, joissa on havaittu routimista väylän ollessa sorapäällysteisenä.

Rakennuskustannuksiltaan kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä on pohjamaista riippuen noin 50 000 – 150 000 mk/km halvempi kuin asfalttipäällysteinen kevyen liikenteen väylä. Keskimäärin kivituhkapintainen väylä on noin 110 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen ja 85 000 mk/km halvempi kuin PAB-päällysteinen väylä. Hintaero muodostuu halvemmassa päällysteestä sekä ohuemmista rakennekerroksista. Kesäkunnossapitokustannukset 20 vuoden ajalta nykyarvona ovat kivituhkapintaisella väylällä noin 35 000 mk/km suuremmat kuin AB-päällysteisellä. Talvikunnossapitokustannuksissa ei eri pinnoitemateriaaleilla ole käytännössä eroja. Rakennus- ja kunnossapitokustannukset 20 vuoden ajalta huomioiden kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä on keskimäärin noin 75 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen.

Selvityksen yhteydessä tehtiin käyttäjäkysely Pudasjärven Taipaleenharjun kylällä, johon on rakennettu sorapintainen kevyen liikenteen väylä vuonna 1996. Keväisin ja syksyisin esiintyvään väylän pinnan kuraisuuteen ja pehmeeseen on tyytymättömiä kolmannes käyttäjistä. Nykyisen koko kylää palvelevan sorapintaisen kevyen liikenteen väylän valitsisi edelleen noin 70 % käyttäjistä, jos vaihtoehtona olisi 30 – 50 % lyhyempi AB-päällysteinen kevyen liikenteen väylä.



**Key words** Bicycle and pedestrian traffic, pavement, savings

## ABSTRACT

The objective of this study was to search for less costly alternatives for the present asphalt bicycle and pedestrian routes by examining what kinds of structures are presently used and by designing example structures. On the basis of surveys conducted in conjunction with this study, Finnra has previously realised only a few stone dust or gravel bicycle and pedestrian routes. Some of the projects have been realised in co-operation with municipalities and village councils. The towns of Helsinki and Oulu have constructed stone dust and gravel bicycle and pedestrian routes with a thinner structure mainly in parks.

The target load-bearing capacity of gravel and stone dust routes can be held as  $70 \text{ MN/m}^2$ . This means, however, that maintenance measures cannot be carried out using heavy equipment while the ground is wet. Because gravel and stone dust bicycle and pedestrian routes do not crack as easily, frost protection requirements do not need to be as strict.

A stone dust or gravel surface layer also makes it possible to realise a bicycle and pedestrian route in phases. The route can be paved with asphalt later. The low load-bearing capacity can be improved by increasing the thickness of the load-bearing layer. Longitudinal cracking caused by frost can be prevented by installing a steel net in places where frost heaving was observed while the route had a gravel surface.

Depending on the subsoil, the cost of constructing a stone dust bicycle and pedestrian route is about 50,000 – 150,000 FIM/km cheaper than an asphalt route. On average, a stone dust bicycle and pedestrian route is about 110,000 FIM/km cheaper than an AB-paved route and 85,000 FIM/km cheaper than a PAB-paved route. The difference in cost comes from the cheaper surface material and thinner structural layers. Summer maintenance costs of a stone dust route over a 20-year period at the present value are about 35,000 FIM/km higher than with AB-pavement. There is no practical difference in winter maintenance costs between different surface materials. If construction and maintenance costs over a 20-year period are taken into consideration, a stone dust bicycle and pedestrian route is about 75,000 FIM/km cheaper on average than an AB-paved route.

In conjunction with this study, a user survey was conducted in the village of Taipaleenharju in Pudasjärvi, where a gravel bicycle and pedestrian route was constructed in 1996. One third of the users are dissatisfied with the muddiness and softness of the surface of the route in spring and autumn. About 70 % of the users would still select the present gravel bicycle and pedestrian route that serves the entire village if the alternative were a 30 – 50 % shorter AB-paved bicycle and pedestrian route.

## ALKUSANAT

Liikenneministeriön Kevyen liikenteen kehittämisohjelman vuosille 1999 – 2002 mukaan kevyen liikenteen väylien rakentamistarve Tielaitoksen ylläpitämien yleisten teiden varsille vuoteen 2005 mennessä on noin 330 – 410 km/vuosi, mikä on noin 2,3 kertaa enemmän kuin nykyisin rakennettavat 140 – 180 km/vuosi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää halvempia vaihtoehtoja asfalttipäällysteisille kevyen liikenteen väylille, jotta kevyen liikenteen väyliä pystyttäisiin rakentamaan myös syrjäisille ja kannattamattomille, mutta silti tarpeellisille osuuksille.

Selvitystyötä ovat ohjanneet ja valvoneet dipl.ins. Kari Lehtonen ja tieinsinööri Tuomo Kallionpää Tielaitoksen keskushallinnon tie- ja liikennetekniikka –yksiköstä. Työ on tehty Tielaitoksen konsultoinnin Pohjois-Suomen yksikössä Oulussa, jossa siitä ovat vastanneet dipl.ins. Vesa Kallio jatekn.yo. Timo Regina.

Helsingissä lokakuussa 1999

*Tielaitos  
Tie- ja liikennetekniikka*

---

**SISÄLTÖ**

1	JOHDANTO	9
2	PYÖRÄTIEKOHTEET	10
2.1	Oulun kaupungin puistopyörätiet	10
2.2	Helsingin kaupungin puistopyörätiet	12
2.3	Pudasjärven Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylä	14
2.4	Tervalammen kevyen liikenteen väylä, Vihti	16
2.5	Keski-Suomen kevyen liikenteen väylät	17
2.6	Haipuskylän yksityistiet, Kiiminki	18
2.7	Aurattu kulkutila	19
2.8	Ympärivuotinen raivattu kulkutila	19
3	TAIPALEENHARJUN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄN KÄYTTÄJÄKYSÉLY	20
4	PINNOITEMATERIAALIT	22
4.1	Kivituhka	22
4.2	Asfalttipäällysteet	24
4.3	SOP-pintaus	25
4.4	Asfalttirouhe	25
5	MITOITUKSET	26
5.1	Kantavuusmitoitus	26
5.2	Routavaurioiden torjuminen	32
6	KUIVATUS, VAURIOT, KUNNOSSAPITO	34
7	KUSTANNUKSET	36
7.1	Rakennuskustannukset	36
7.2	Kunnossapitokustannukset	37
7.3	Kustannusten yhteenveto	38
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	39
	LÄHDELUETTELO	40
	LIITTEET	41

---



## 1 JOHDANTO

Liikenneministeriön Kevyen liikenteen kehittämisohjelman vuosille 1999 – 2002 mukaan kevyen liikenteen väylien kehittämistarve koko maassa vuoteen 2005 mennessä on yhteensä 4500 – 6600 kilometriä (640 – 940 km/vuosi). Tielaitoksen osuus tästä on noin 330 – 410 km/vuosi, mikä on noin 2,3 kertaa enemmän kuin nykyisin rakennettavat 140 – 180 km/vuosi. Tavoitteena on, että kouluihin on turvalliset kevyen liikenteen yhteydet 3-5 kilometrin etäisyydeltä./3/ Tielaitoksen tavoitteisiin vuodelle 1999 kuuluu mm. parantaa jalankulku- ja pyöräliikenteen edellytyksiä rakentamalla yhteistyössä kuntien kanssa nykyistä enemmän kevyen liikenteen väyliä./12/ Tässä selvityksessä on ollut tavoitteena tutkia halvempia vaihtoehtoja asfalttipäällysteisille kevyen liikenteen väylille, jotta väyliä pystyttäisiin rakentamaan myös hiljaisemmille tieosuuksille.

Tutkimuksessa on selvitetty Helsingin ja Oulun kaupunkien rakentamien puistopyöräteiden rakenteita sekä käyttökokemuksia kunnossapidosta haastatteleamalla kaupunkien henkilökuntaa. Lisäksi selvityksessä haastateltiin muutamien kuntien sekä Tielaitoksen henkilöitä, joiden alueilla on toteutettu kevyempiä rakenteita kevyen liikenteen väylissä. Selvityksessä mukana olleiden kohteiden sijainnit käyvät ilmi kuvan 1 kartasta.

Käyttäjien kokemuksia sorapintaisesta pyörätiestä on selvitetty tekemällä kysely Pudasjärven kunnan Taipaleenharjun kyläläisille, jotka ovat käyttäneet muutaman vuoden ajan sorapintaista kevyen liikenteen väylää.

Selvityksessä on mitoitettu eri pohjamaaluokille esimerkkirakenteita, joita voi käyttää mitoituksen lähtökohtana kevyen liikenteen väyliä suunniteltaessa kuitenkin paikalliset olosuhteet huomioiden. Kustannukset on laskettu Oulun alueella tehdyn hintatiedustelun perusteella.



Kuva 1: Selvityksessä mukana olleet kohteet

## 2 PYÖRÄTIEKOHTEET

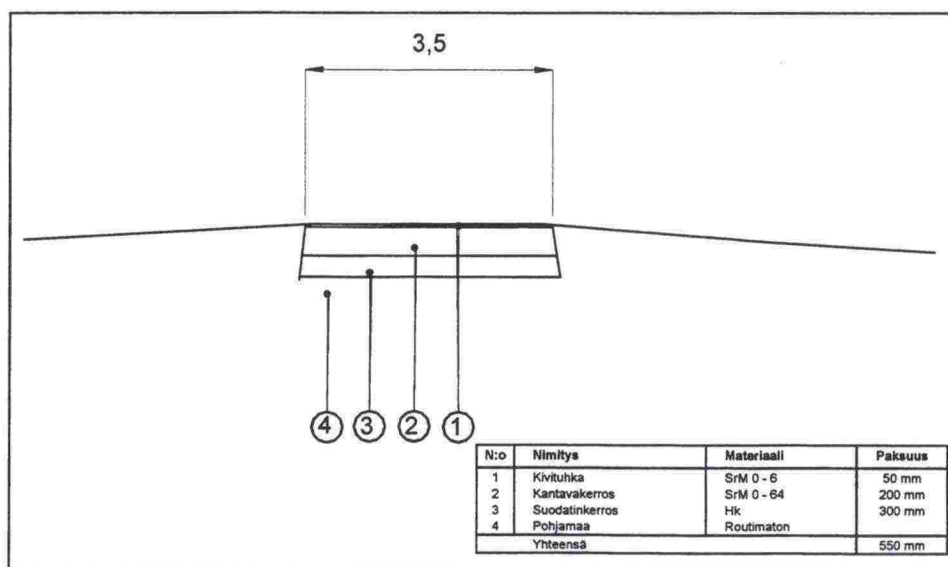
### 2.1 Oulun kaupungin puistopyörätiet

Oulun kaupungissa sijaitsee kaupungin ylläpitämiä kevyen liikenteen väyliä yhteensä noin 180 km. Kymmenisen vuotta sitten vielä noin kolmannes kevyen liikenteen väylistä oli kivituhka- tai sorapintaisia. Näistä suurin osa, lähinnä pyörätieverkoston runkolinjoina toimivat väylät, on myöhemmin päällystetty palvelutason parantamisen sekä kunnossapidon helpottamisen vuoksi. Nykyisin kivituhkapintaisia tai sorapintaisia pyöräteitä on lähinnä puistoissa. Joitain tienvarsien pyöräteitä on vielä sitomattomalla pinnalla.

Pinnoitemateriaalina on käytetty pääasiassa kivituhkaa 0-6 mm sekä koeluna myös soramursketta 0-16 mm. Soramurskeen on kuitenkin todettu olevan liian karkeata pyörätien pinnoitteeksi. Karkeamman soramurskeen on todettu soveltuvan kivituhkaa paremmin yhdistetyille kevyen liikenteen ja ajoneuvoliikenteen teille. Toteutetuissa rakenteissa kivituhkakerroksen paksuus on ollut keskimäärin noin 5 cm.

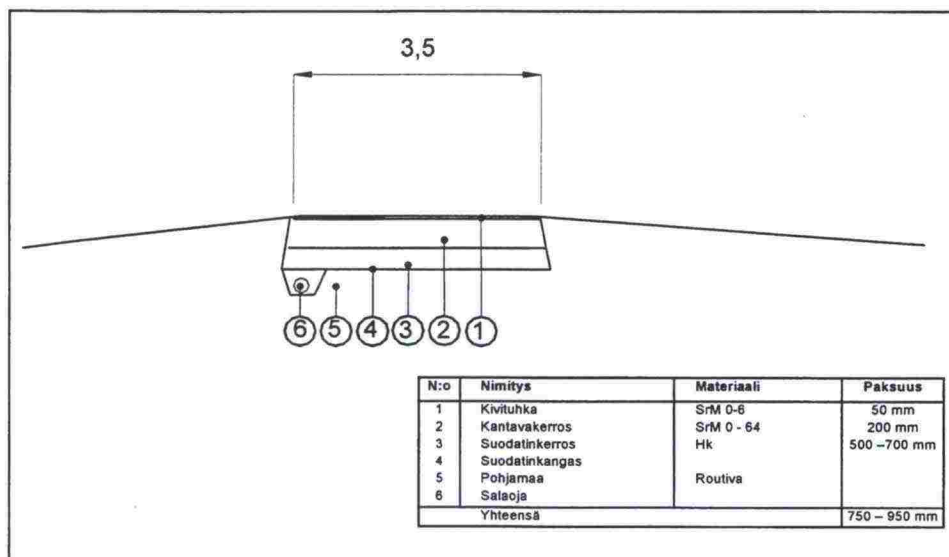
Pohjamaat ovat Oulun kaupungin alueella pääosin hiekkaisia. Jonkin verran on myös siltistä maaperää, mutta savipitoisia maita ei ole juuri lainkaan. Oulun puistoissa sijaitsevien kevyen liikenteen väylien yleiset rakennetyypit käyvät ilmi kuvista 2 ja 3.

Rakentamiskustannukset ovat keskimäärin olleet routimattomalla pohjamaalla noin 180 mk/m ja routivalla pohjamaalla noin 360 mk/m.



Kuva 2: Oulun kaupungin puistopyöräteiden yleinen rakennetyyppi, routimaton pohjamaa





Kuva 3: Oulun kaupungin puistopyöräteiden yleinen rakennetyyppi, routiva pohjamaa

Puistopyöräteiden kuivatuksessa ei ole yleensä käytetty sivuojia. Jos pohjamaa on routivaa, kuivatus on järjestetty salaojin. Muuten kuivatus on järjestetty johtamalla pintavedet pois sopivia tien ja ympäröivän maan kaltevuuk-sia hyödyntäen.



Kuva 4: Kivituhkapintainen sivuojaton puistopyörätie Oulussa



Sitomattomilla materiaaleilla pinnoitetuissa kevyen liikenteen väylissä on esiintynyt routavauriotyypeistä lähinnä vain epätasaista routanousua. Muutamissa rinnepaikoissa on esiintynyt pinnan "kuplimista". Kyseisissä tapauksissa rinteessä kulkevan kevyen liikenteen väylän läpi on ollut poikittaista veden virtausta. Lätäköityminen on ollut ongelmana lähinnä keväisin lumien sulaessa. Pinnan epätasaisuutta on syksyisin aiheuttanut polkupyörien renkaiden painamat urat, jotka myöhemmin ovat jäätyneet. Tätä on ilmennyt varsinkin sellaisina syksyinä, jolloin tienpinta on vuoroin jäätynyt, sulanut ja taas jäätynyt. Keväällä -99 suoritettun silmämääräisen kartoituksen perusteella kivituhkapintaisissa kevyen liikenteen väylissä esiintyi sulamisvesien aiheuttamaa pinnan pehmenemistä. Kartoituksessa havaittiin vain yksi pituushalkeama leveydeltään noin 10 mm ja pituudeltaan noin 2 metriä. Muutamia viikkoja myöhemmin tehdyssä silmämääräisessä kartoituksessa havaittiin halkeaman korjaantuneen itsestään.

Kivituhkapintaisia kevyen liikenteen väyliä lanataan keskimäärin 2-3 vuoden välein. Osa väylistä joudutaan lanamaan vuosittain, mutta toiset väylät lanataan vain noin 5 vuoden välein. Yleensä kivituhkaa lisätään lanattaessa, jotta kantavan kerroksen murske ei nouse pintaan. Lanauksen yhteydessä on routanousukohtia helppo oikaista ja korjata.

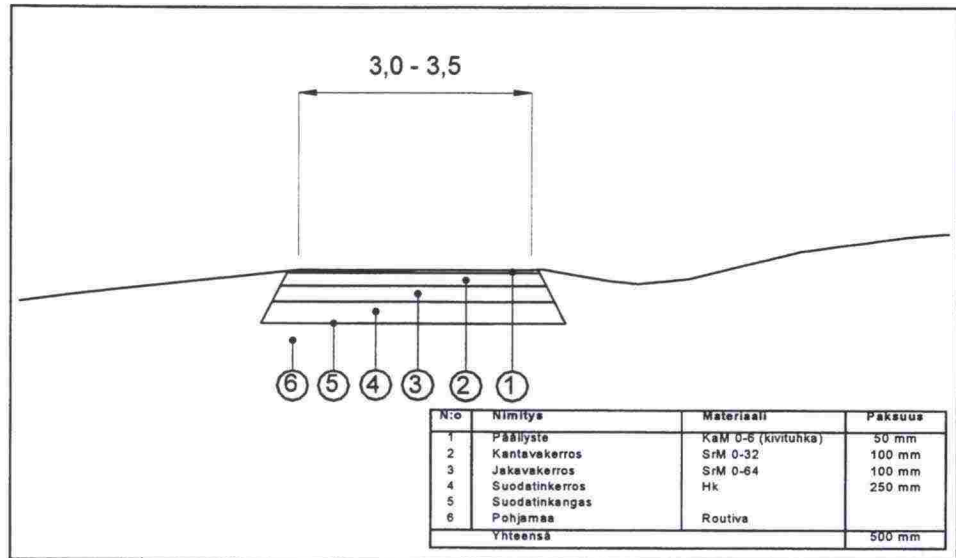
Kunnossapitokalustona käytetään pääasiassa 4-veto traktoreita sekä WILLE - kuormaajia. Hiekoituksessa käytetään pitkällä linjaosuuksilla kuorma-autoja. Ahtaammissa paikoissa, kuten alikulkukäytävien kohdalla, hiekoitus tehdään traktorin perässä vedettävällä hiekoitusvaunulla. Kunnossapitotoimia tehtäessä pyritään huomioimaan, että raskasta kalustoa vaativat kunnossapitotoimet suoritetaan talvella maan ollessa jäässä tai keskikesällä tierakenteen ollessa kuiva.

## 2.2 Helsingin kaupungin puistopyörätiet

Helsingin kaupungin alueella on noin 500 km puistopyöräteitä, joista suurin osa on sitomattomalla päällysteellä päällystettyjä väyliä. Lisäksi on lukuisa määrä tavallisia AB-päällysteisiä kevyen liikenteen väyliä. Viime aikoina muutamissa puistoissa aikoinaan AB-päällysteellä päällystettyjä kevyen liikenteen väyliä on muutettu ympäristöllisistä syistä kivituhkapintaisiksi.

Pinnoitemateriaalina on käytetty pääasiassa kivituhkaa raekooltaan 0-6 mm. Pinnoitteena on käytetty myös raekooltaan 0-8 mm kivituhkaa. Soramursketta 0-16 mm on käytetty paikoissa, joissa esim. kevyt ajoneuvoliikenne käyttää kevyen liikenteen väylää tonteille ajoon. Kivituhkakerroksen paksuutena on käytetty 50 - 100 mm. Kalliosta murskattua kivituhkaa on alettu suosia sen paremman pysyvyyden johdosta.

Pohjamaat ovat Helsingin alueella pääosin savipitoisia. Sorapäällysteisten kevyen liikenteen väylien kerrokset mitoitetaan erittäin routivalle pohjamaalle Helsingin kaupungin rakennusviraston viherosaston Viherrakennustöiden yleisen työselityksen mukaisesti. Kuvassa 3 on esitetty yleinen poikkileikkaustyyppi Helsingin kaupungin puistopyöräteistä.



Kuva 5: Helsingin kaupungin puistopyörätien yleinen rakennetyyppi, salaojia ei käytetä puistopyöräteissä.

Rakennuskustannukset kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä vaihtelevat välillä 210 - 600 mk/m. Keskimääräinen hinta Helsingissä on noin 300 mk/m.

Routavaurioita ei ole Helsingin puistopyöräteissä esiintynyt juuri lainkaan. Kevyissä pohjarakenteissa on esiintynyt työkonien aiheuttamia painumia, kun niille on ajettu märkinä aikoina. Lisäksi jyrkissä rinteissä on esiintynyt veden syövyttämiä railoja, varsinkin rankasateiden aikoihin.

Kuivatus on järjestetty sopivia kallistuksia sekä ympäröivän maaston painanteita hyödyntäen tai avo-ojin. Salaojia ei ole käytetty Helsingin kaupungin puistopyöräteiden kuivatusjärjestelyissä.

Kivituhkapintaiset puistopyörätiet tarkastetaan ja lanataan vuosittain. Kivituhkakerroksen tulee olla riittävän paksu, jotta kantavan kerroksen murske ei nouse lanattaessa pintaan. Lanauksen yhteydessä kivituhkaa lisätään tarvittaessa. Pölyn sidontaa ei yleensä tehdä, joskin kuivina kesinä keskustan puistoissa on jouduttu suorittamaan myös pölyn sidontaa. Reunakasvillisuuden niittoa ja murskausta joudutaan tekemään kesäisin, jotta kasvillisuus ei pääse valtaamaan kevyen liikenteen väylää.

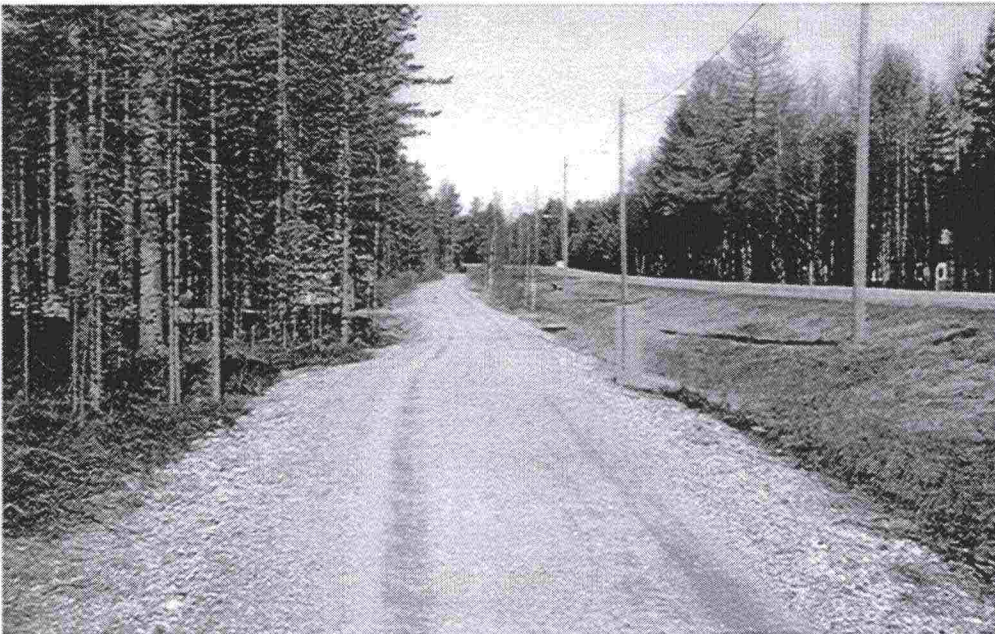
Kunnossapitokalustona käytetään pääasiassa keveitä kuormaajia (WILLE) sekä keveitä kuorma-autoja (Mercedes-Benz Unimog). Toteutuneet kesäkunnossapidon kustannukset kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä ovat noin 0,90-3,00 mk/m, keskimäärin noin 2,40 mk/m. AB-päällysteisen kevyen liikenteen väylän kesäkunnossapitokustannukset Helsingin alueella ovat noin 11,10 mk/m. Tähän hintaan sisältyy päällysteen rikkoutumisesta johtuvat paikkaukset, mutteivät uudelleen päällystämiset.



### 2.3 Pudasjärven Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylä

Pudasjärven Taipaleenharjun kylään on kunta rakentanut vuonna 1996 sora-  
murskepintaisen kevyen liikenteen väylän. Väylän pituus on noin 3,2 km ja  
leveys vaihtelee välillä 2,5 – 4,0 m. Leveimmät kohdat ovat osuuksilla, joilla  
on myös ajoneuvoliikennettä tonteille. Keskimäärin väylän leveys on 3,5 m.  
Kevyen liikenteen lisäksi mm. postiauto käyttää kevyen liikenteen väylää  
päivittäisen postin jakoon.

Pinnoitteena on käytetty sora-  
mursketta 0-16 mm, jonka on todettu kevyelle  
liikenteelle hieman liian karkeaksi. Alun perin pinnoitteena oli tarkoitus käyt-  
tää kivituhkaa, mutta kivituhkan korkeamman hinnan vuoksi jouduttiin pin-  
noite tekemään karkeammasta sora-  
murskeesta.

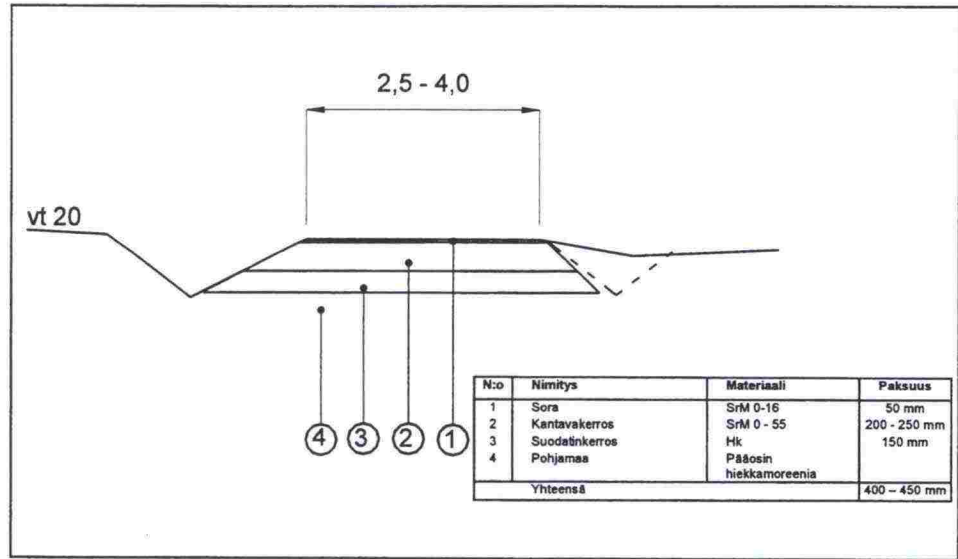


*Kuva 6: Sorapäälysteinen kevyen liikenteen väylä Vt 20:n varrella Pudasjärven  
Taipaleenharjulla*

Pohjamaa on pääosin hiekkamoreenia sekä siltistä hiekkamoreenia. Kevyen  
liikenteen väylän kuivatus on järjestetty pääasiassa avo-ojin. Peltojen koh-  
dilla kuivatus on järjestetty kuorimalla osittain pintamaat pois sekä ympäri-  
vän maaston muotoja hyödyntäen.

Rakentamiskustannukset olivat noin 110 000 mk/km, johon sisältyi yksityis-  
tieliittymän siirto liikenneturvallisuutta ajatellen parempaan paikkaan. Ra-  
kentamistyön aikana työn johto sekä apu-työvoima on ollut kunnan omaa  
miehistöä. Koneet ovat olleet yksityisiltä urakoitsijoilta tuntityössä. Paikalliset  
tavarantoimittajat ovat toimittaneet rakennusmateriaalit. Kokonaissäästöjä  
syntyy myös koulukuljetuksen lopettamisen myötä, jonka mahdollisti kevyen  
liikenteen väylän rakentaminen. Kuljetus oli jouduttu järjestämään, koska  
valtatie oli koettu niin vaaralliseksi koulutiekse, etteivät vanhemmat suostu-  
neet päästämään lapsia jalkaisin kouluun.





Kuva 7: Tyypipoikkileikkaus Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylästä. Ojien syvyydet vaihtelevat.

Silmämääräisessä vauriokartoituksessa keväällä -99 havaittiin roudan nostaman rummun (kuva 8) kohdalla muutaman sentin levyinen poikittaishalkeama. Myöhemmin keväällä halkeama oli korjaantunut itsestään lähes kokonaan. Lisäksi esiintyi sekä sulamisvesien että karkean pinnoitteen aiheuttamaa pinnan pehmenemistä. Joissain kohdissa esiintyi pintavesien virtauksesta aiheutunutta reunojen syöpymistä.

Kunnossapitotoimina suoritetaan kevyen liikenteen väylän lanaus keskimäärin kerran kesässä. Pölynsidontaa ei tehdä kuin poikkeuksellisen pölyisinä kesinä. Auraus suoritetaan paikallisen urakoitsijan toimesta traktorikalustoa käyttäen.



Kuva 8: Routa nostaa matalaan asennettua rumpuputkea routivalla maalla, jos rummun alla ja sivuilla on routiva täyte. Rumpuun tulisi tehdä routimaton arina ja siirtymäkiilat (1:15)

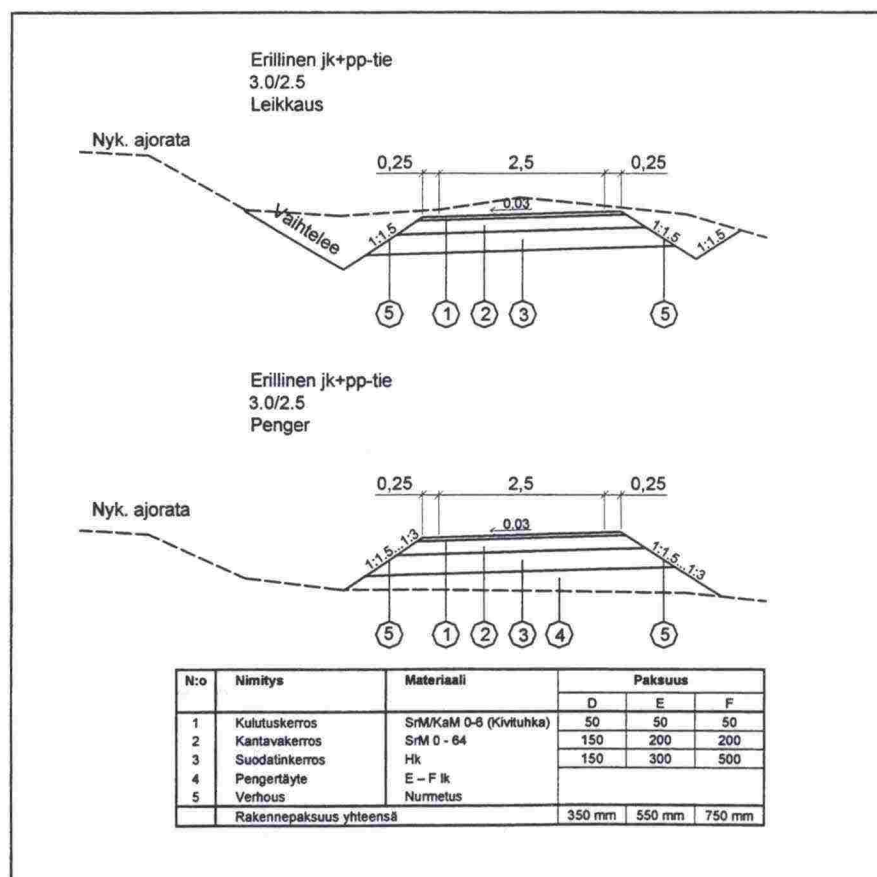
## 2.4 Tervalammen kevyen liikenteen väylä, Vihti

Tielaitoksen Uudenmaan tiepiiri on rakennuttanut syksyllä 1998 Vihdin Tervalammille kivituhkapintaista kevyen liikenteen väylää 2,1 km. Väylän kokonaisleveys on 3,0 metriä. Kivituhkapäällysteen leveys on pääosin 2,5 metriä. Tilansäästösyistä on noin 100 metrin matkalla väylä jouduttu rakentamaan korotettuna. Tällä osuudella päällysteen leveys on 2,25 metriä.

Päällystemateriaalina on käytetty kivituhkaa 0-6 mm. Ongelmana oli heti pinnoituksen valmistumisen jälkeen kiviaineksen irtaaminen mopoiilijoiden ja hevosten toimesta ennen kuin se oli ehtinyt sitoutua kiinteäksi.

Alueen maaperä on pääosin pohjamaaluokkaan E kuuluvaa silttiä. Noin 200 metrin matkalla maaperä on pohjamaaluokkaan F kuuluvaa pehmeää savea. Savea on enimmillään 5 metriä ja kuivakuorikerroksen paksuus vaihtelee välillä 0,5...2,5 metriä. Noin 360 metrin matkalla perusmaa on pohjamaaluokkaan D kuuluvaa routivaa hiekkaa tai hiekkamoreenia.

Kevyen liikenteen väylän päällysrakenne on mitoitettu siten, että väylä voidaan tarvittaessa asfaloitaa ilman lisäkerroksia. Väylän päällysrakenne on esitetty kuvassa 9. Kuvassa esitettyjen kerrosten lisäksi noin 200 metrin matkalla esiintyvälle savipehmeikölle on asennettu 2. lk:n suodatinkangas.



Kuva 9: Tyyppipoikkileikkaus Vihdin kevyen liikenteen väylästä



Kevyen liikenteen väylän kuivatus on järjestetty avo-ojin.

Hankkeen rakennuskustannukset olivat 1,5 Mmk, josta Siuntionjoen kivikorirakenteet maksoivat hieman yli 200 000 mk. Kilometrin hinnaksi tuli noin 600 000 mk/km.

Kokemuksia roudan vaikutuksesta Tervalammen kevyen liikenteen väylään ei vielä ole, mutta Routa ja kuivatustutkimuksen mukaan halkeiluriski tämän tyyppisillä kapeilla ja syväojaisilla poikkileikkauksilla on suuri.

## 2.5 Keski-Suomen kevyen liikenteen väylät

### HIRVASKANKAAN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄ, UURAINEN

Uuraisten kuntaan Keski-Suomeen on toteutettu kunnan, kylätoimikunnan ja Tielaitoksen yhteistyönä n. 2,5 km kevytrakenteista kevyen liikenteen väylää. Pintamaan poiston jälkeen pohja on tasattu. Pohjamaan päälle on ajettu noin 20 cm mursketta ja pinnoitteeksi on suunnitelmissa esitetty kivituhka, mutta toteutusvaiheessa pinnoitemateriaalina on käytetty soramursketta 0-16 mm.

Uuraisten kevyen liikenteen väylä on rakennettu pohjamailtaan hyvälle hiekkakankaille. Pohjatutkimuksia ei ole tehty, vaan maaperän laatu on arvioitu silmämääräisesti.

Kuivatus on järjestetty avo-ojin sekä rummuin. Kuivatusongelmia ei todennäköisesti tule, koska maaperä on kuivaa kangasmaastoa.

Myös suunnitelma on tehty keveästi. Osa tiestä on suunniteltu olemassa olevan maastomallin mukaan. Noin 1 km:n matkalla suunnitelma on tehty 1:2000 kartalle ja noin 1 km:n matkalla 1:10000 kartasta suurennetulle 1:2000 kartalle. Tie linja oli etukäteen linjattu suunnittelijan ja kunnan edustajan toimesta maastoon. Keskilinja oli mitattu nykyisen tien reunasta.

Tie on toteutettu kunnan toimesta sekä osittain kylätoimikunnan talkootyönä. Rakennuskustannuksia ei selvityksen yhteydessä ollut saatavilla.

### JÄMSÄN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄ

Jämsään on suunnitteilla kevytrakenteinen kevyen liikenteen väylä. Muista keveämmistä suunnitelmista poiketen tässä tapauksessa joudutaan tekemään myös pituusleikkaus maaston monimuotoisuuden vuoksi. Alueella on myöskin savipehmeikkö, jonka ylittäminen keveällä rakenteella on vaikeaa. Rakenteessa tullaan käyttämään mahdollisesti jotain paperitehtaan kuonia. Lopullista päätöstä kevyen liikenteen väylän toteutustavasta ei ole vielä tehty.



## KEURUUN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄ

Keski-Suomen tiepiiri tutki mahdollisuutta toteuttaa kevyen liikenteen väylä edullisemmin rakentein Keuruun Ilvesjoelle. Alueen maasto on osittain suopehmeikköä ja kallioista. Maasto on myös erittäin mäkistä sekä tie, jonka viereen kevyen liikenteen väylä suunniteltiin mutkainen. Väylä oli tarkoitus toteuttaa sorapintaisena. Asukkaiden vastustaessa sorapintaista kevyen liikenteen väylää sekä vaikeista maasto-olosuhteista johtuen väylä jätettiin toteuttamatta kokonaan. Sen sijaan olemassa olevan maantien pientareita levennettiin kevyen liikenteen turvallisuuden kohentamiseksi.

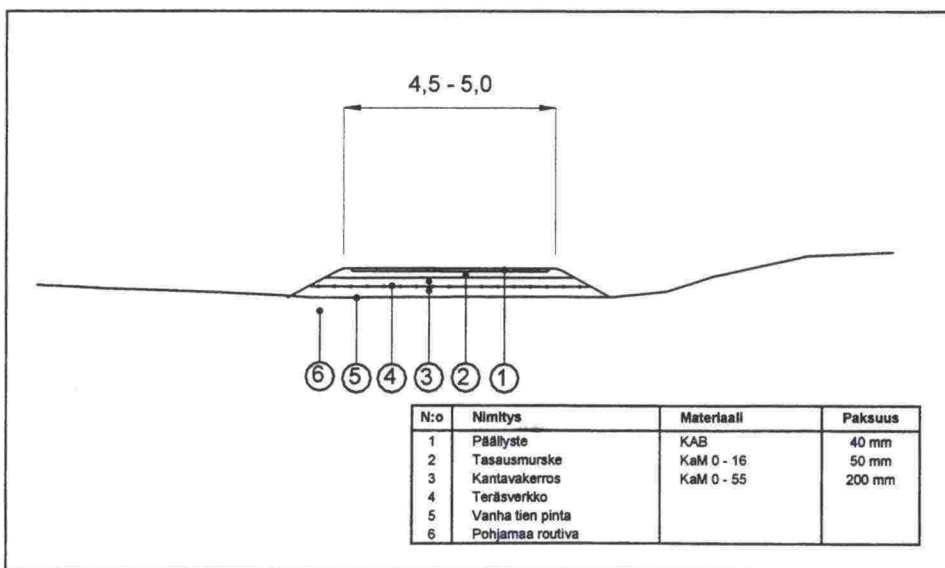
## SAARIJÄRVEN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄ

Saarijärvelle on myös suunnitteilla kevytrakenteinen kevyen liikenteen väylä. Suunnitelma on tehty 1:2000 kartalle. Suunnitelmassa on esitetty linjan paikka sekä rakenteelliset tyyppipoikkileikkaukset. Kevyen liikenteen väylä toteutetaan Kunnan, kylätoimikunnan ja Tielaitoksen yhteistyönä, todennäköisesti periaatteella kunta sekä kylätoimikunta rakentaa väylän ja Tielaitos toimittaa murskeen.

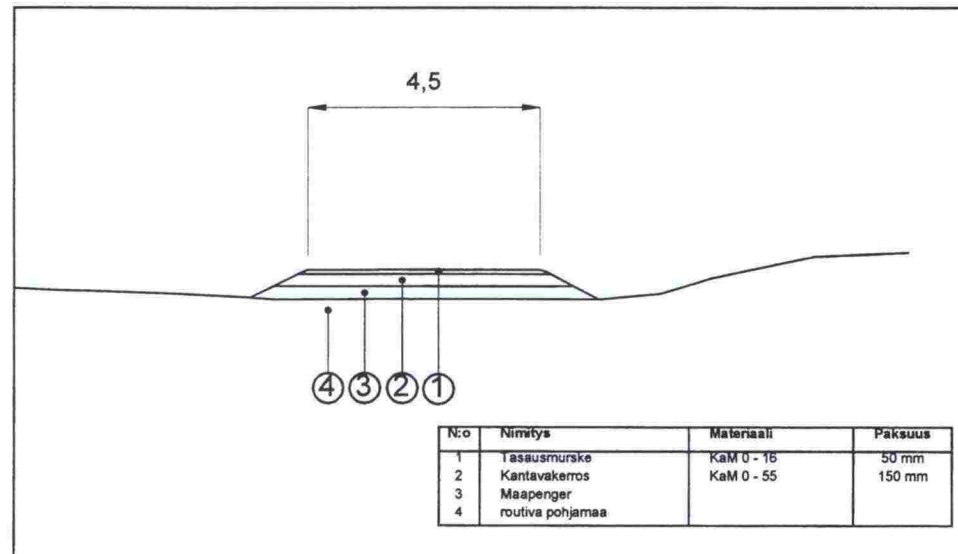
## 2.6 Haipuskylän yksityistiet, Kiiminki

Tielaitos ja Kiimingin kunta ovat rakentaneet Kiimingin Haipuskylälle 3 yksityistien pätkää pituudeltaan yhteensä noin 1 km. Osa teistä toimii pelkästään kevyen liikenteen väylänä.

Osa teistä on parannettu olemassa olleiden yksityisteiden paikalle ja osa on uutta tietä. Päällysrakenteen kerrospaksuudet selviävät kuvista 10 ja 11.



Kuva 10: Tyyppipoikkileikkaus, Haipuskylän yksityistien parantaminen olemassa olevan tien paikalle



Kuva 11: Tyypipoikkieleikkaus, Haipuskylän uusi yksityistie

Tien leveys vaihtelee välillä 4,5 – 5,5 m. Kevyen liikenteen väylän kohdalla tien leveys on 3,5 m. Päällysteen leveys kevyen liikenteen väylällä on 3,0 m. Päällysteenä on käytetty KAB:a, nykyisin PAB-B, sekä yhden yksityistien osalla Kalliomursketta KaM 0-16. Teissä ei ole esiintynyt vaurioita.

## 2.7 Aurattu kulkutila

Aurattu kulkutila on yksi vaihtoehto koulumatkojen turvallisuuden parantamiseksi. Kulkutila voidaan aurata yhteistyössä maanomistajien kanssa talven ajaksi esim. sänkipellolle. Peltö jätetään syksyllä kulkutilan kohdalla kyntämättä, jotta se on nopeammin syksyllä käytössä. Ongelmana voi olla mahdollisten peltöjen salaojien tukkeutuminen sekä syksyisin, keväisin ja leutoina talvina pinnan kuraisuus ja pehmeneminen. Kulkutilaa ei saa merkitä kevyen liikenteen väyläksi.

## 2.8 Ympärivuotinen raivattu kulkutila

Kantavalle maapohjalle, hiekka- ja moreenimaille, voidaan perustaa kulkutila myös ympärivuotiseen käyttöön. Puusto raivataan sekä pintamaat kuoritaan pois. Maaperästä harataan tarpeen vaatiessa kivet pois, jonka jälkeen tiivistys tulee tehdä ennen sateita, jotta pohjamaa ei pääse pehmenemään. Kulkutila muotoillaan siten, että vesi valuu pois eikä lammikoita pääse synty-mään. Märkinä aikoina keväällä ja syksyllä kulkutila ei kestä työkoneita. Märkänä myös jalankulku voi olla mahdotonta kulkutilalla. Sekä talvella että ympärivuotisessa käytössä oleva kulkutila tulee lähinnä kysymykseen pienten koululaisten kulkutiekse, jos muunlaista väylää ei voida toteuttaa. Kulkutiloja ei saa merkitä kevyen liikenteen väyläksi. Kulkutilan paikalle voidaan myöhemmin rakentaa kevyen liikenteen väylä.



### 3 TAIPALEENHARJUN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄN KÄYTTÄJÄKYSELY

Selvityksen yhteydessä tehtiin Pudasjärven Taipaleenharjun kylän asukkaille kevyen liikenteen väylän käyttäjäkysely. Kysely jaettiin kylän jokaiseen talouteen. Kevyen liikenteen väylän vaikutusalueella on vuoden 1998 Väestörekisterikeskuksen Rakennus- ja huoneistorekisterin perusteella 38 taloutta, joissa asuu yhteensä 144 henkilöä. Vastauksia tuli yhteensä 26:sta taloudesta eli vastausprosentti on noin 68 %. Vastanneissa talouksissa asuu yhteensä 91 henkilöä eli noin 63 % kylän asukkaista asuu vastanneissa talouksissa. Seuraavassa yhteenveto kyselyn tuloksista:

- Kevyen liikenteen väylällä tehdään noin 100 yhdensuuntaista matkaa päivittäin
- 8 %:ssa talouksista oltiin tyytymättömiä väylään pinnan pölyämisen vuoksi
- 31%:ssa talouksista oltiin tyytymättömiä keväisin väylään märkyiden, pehmenemisen ja kuraisuuden vuoksi
- Talvikunnossapitoon oltiin tyytymättömiä 31 % talouksista
- 35 %:ssa talouksista oli valtatieä 20 käytetty kevyen liikenteen väylän asemasta paremman pinnoitteen vuoksi
- 70 % käyttäjistä valitsisi edelleen nykyisen vaihtoehdon jos toinen vaihtoehto olisi 30-50 % lyhyempi, mutta AB-päällysteinen kevyen liikenteen väylä.

Kyselyn perusteella kevyen liikenteen väylällä tehdään keskimäärin noin 100 yhteen suuntaan suuntautuvaa matkaa päivittäin. Suurin osa matkoista on vapaa-ajan matkoja, mutta lähes yhtä paljon tehdään myös koulu- ja työmatkoja sekä muita asiointi matkoja. Monissa vastauksissa painotettiin erityisesti kevyen liikenteen väylän turvallisuutta koulumatkoilla.

Kyselyyn vastanneista lähes kaikki ovat olleet tyytyväisiä nykyiseen tiehen kuivan kauden aikana. Vain kahdessa taloudessa ollaan oltu tyytymättömiä tien pölyämiseen. Keväisin sulamisvesien aiheuttamaan tien pinnan märkyyteen ja pehmeeseen sekä kuraisuuteen ollaan oltu tyytymättömiä 8:ssä kyselyyn vastanneessa taloudessa. Monissa vastauksissa on kuitenkin todettu, että kyseistä aikaa ei ole kuin muutama viikko vuodessa. Kunnossapitoon ollaan kohtuullisen tyytyväisiä. Huonoon aurauksen on oltu tyytymättömiä 6:ssä taloudessa. Hiekoituksen puutetta on valitettu 2:ssä vastauksessa sekä tien pinnan huonoa kunnossapitoa yhdessä vastauksessa. Nykyisen tien päällystämistä kuraisuudesta ym. edellä mainituista syistä on toivottu 7:ssä vastauksessa. Lisäksi yhdessä vastauksessa mainittiin sorapintaisen pyörätien soveltumattomuudesta rullaluisteluun ja lautailuun.

Valtatietä 20 kevyen liikenteen väylän kohdalla on käytetty kevyen liikenteen tarpeisiin 9:ssä taloudessa 26:sta vastanneesta taloudesta. Kevyen liikenteen märkyys, kuraisuus, hiekoituksen ja aurauksen puute on ollut syynä 6:ssä tapauksessa, lyhyempi matka yhdessä tapauksessa sekä parempi päällyste pyöräilyyn kahdessa tapauksessa.

Kyselyssä tiedusteltiin myös millaisen kevyen liikenteen väylän kylän asukkaat valitsivat, jos rakentaminen käynnistyisi nyt. Vaihtoehtoiksi annettiin nykyinen sorapintainen kevyen liikenteen väylä tai vastaavalla rahalla rakennettava 30-50 % lyhyempi AB-päällysteinen kevyenliikenteen väylä. Kyselyyn vastanneista 18 valitsisi edelleen nykyisen sorapintaisen ja pidemmän väylän. Lyhyemmän AB-päällysteisen kevyen liikenteen väylän valitsisi 7 kyselyyn vastanneista. Yksi vastanneista ei osannut sanoa kumman valitsisi. Pidemmän vaihtoehdon valinneista 4 haluaisi tien päällystettävän AB-päällysteellä.



## 4 PINNOITEMATERIAALIT

### 4.1 Kivituhka

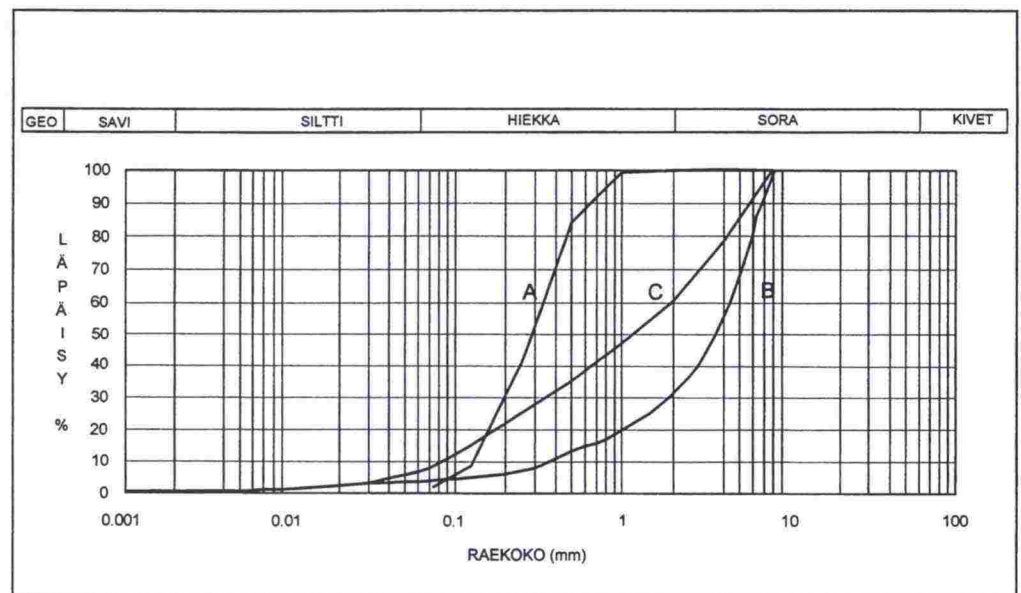
Kivituhka (KaM/SrM) nimitystä käytetään luonnonsorasta tai kalliosta murskaamalla valmistetusta murskeesta, jonka raekoot ovat 0-3...8 mm. Kevyen liikenteen väyliin pinnoitteena käytetään useimmiten 0-6 mm:n mursketta sekä jonkin verran 0-8 mm:n mursketta. Kivituhkasta 0-4 mm, jota syntyy usein murskauksen sivutuotteena ja on näin edullisempaa, ei ole käyttökokemuksia kevyen liikenteen väylillä.

Luonnonsorasta murskatun kivituhkan laatuun ja ominaisuuksiin vaikuttavat raekokojakauman lisäksi rakeiden muoto ja pintarakenne. Kalliosta murskatun kivituhkan laatuun ja ominaisuuksiin vaikuttaa kallion kivilaji ja sen rakenne yhdessä murskaustekniikan kanssa. /4/

Kevyen liikenteen väyliltä ja puistokäytäviltä edellytetään mm. tasaisuutta ja pinnoitteen pysyvyyttä. Ongelmana on ollut mm. Helsingin kaupungin puistopyöräteissä rinteeseen rakennetut väylät, joista sade kuljettaa kiviainesta pois. Jotta kivituhkapinnoite pysyisi paikallaan myös rinnepaikoissa tulisi väylää suunniteltaessa ja rakennettaessa ottaa seuraavat asiat huomioon:

- Väylän pinta tulee profiloida joko kuperaksi tai toiseen reunaan viettäväksi. Tällöin veden virtausmatka ja kuluttava voima minimoituu.
- Kivituhkan kiviaineksena tulee rinnepaikoissa aina käyttää kalliomursketta. Kalliomurskeen terävasärmäiset rakeet muodostavat pysyvämmän rakenteen kuin soramurskeen osittain pyöreäsärmäiset rakeet.
- Kalliomurskeen tulee sisältää vähintään 10 % hienoainesta (< 0,074 mm)/4/

Kevyen liikenteen väylillä tulisi käyttää kalliomurskeesta murskattua kivituhkaa raekooltaan 0-6 mm tai 0-8 mm, jonka hienoainespitoisuus on vähintään 10 %. Mahdollisimman hyvin kantavaan rakenteeseen pyritessä raekokojakautuma ei saisi olla tasarakenteinen eikä ns. roikkuvakäyrä, vaan sen tulisi olla suhteistunut eli materiaalin tulisi sisältää kaikkia raekokoja (kuva 12). Murskeen sisältämä hienoaines yhdessä kulmikkaiden rakeiden kanssa muodostavat tiiviin ja kovan pinnan. Hienoaineksesta johtuen voi pölyäminen aiheuttaa ongelmia. Pölyämistä voidaan estää kastelun avulla. Kastelun tehokkuutta voidaan parantaa lisäämällä  $\text{CaCl}_2$ -liuosta kasteluveteen, jolloin pintamurske pysyy pitemmän ajan hygroskooppisena eikä tällöin pölyä./4/



Kuva 12: Kivituhkan raekokojakauma tulisi olla suhteistunut (C) eikä tasarakeinen (A) tai ns. roikkuvakäyrä (B)./4/

Kivituhkapinnoitteen hyviä ominaisuuksia ovat:

- luonnonmukainen ja miellyttävä ulkonäkö
- joustava pinta, sopii lenkkeilyyn paremmin kuin AB
- helppo työstettävyys (levitys ja korjaus)
- ei ole liukas
- voi haljeta pyörätien keskeltä routimisen seurauksena, mutta korjaantuu itsestään kesällä
- edulliset rakennuskustannukset

Huonoja ominaisuuksia ovat:

- pölyäminen
- syöpyminen jyrkissä kaltevuuksissa
- lajittuminen
- vaatii hyvää kunnossapitoa
- ei sovellu uusimpiin kevyen liikenteen muotoihin kuten rullaluisteluun
- pinnoite voi vaurioitua mm. mopoilijoiden ja ratsastajien toimesta
- keväisin lumien sulaessa sekä rankkasateiden aikoina kurainen /11/



## 4.2 Asfalttipäällysteet

### AB-PÄÄLLYSTE

Asfalttibetoni on kevyen liikenteen väylien perusmateriaali, joka soveltuu erinomaisesti tasaisuutensa vuoksi pyöräliikenteen väylille sekä väylille, joilla on paljon rullaluistelijoina. Se on laadultaan paras ja samalla myös kallein tässä selvityksessä mukana olleista pinnoitevaihtoehtoista./9/ Kevyen liikenteen väylille soveltuvat asfalttibetonityypit AB 8, AB 12 ja AB 16.

### PAB-PÄÄLLYSTE

Pehmeäasfalttibetoni on AB:n kaltainen jyrättävä kuumamassapäällyste, jonka kiviaineksessa ei ole täytejauhetta. Tämä pienentää sideainemeneekkia. /7/ Pehmeät asfalttibetonit luokitellaan valmiin päällysteen sisältämän sideainelajin perusteella kolmeen alatyypin: PAB-B, PAB-V ja PAB-O.

Pehmeä asfalttibetoni on:

- PAB-B, jos sideaine on bitumia B330/430, B500/650, B650/900 tai niistä tehty emulsio. (entinen kevytasfalttibetoni KAB)
- PAB-V, jos sideaine on pehmeä bitumi V1500 tai V3000 tai niistä tehty emulsio
- PAB-O, jos sideaine on bitumiöljy (perinteinen öljysora, ei käytetä enää) /6/

PAB-B -päällyste soveltuu mainiosti kevyen liikenteen väylän päällysteeksi. Myös PAB-V -päällystettä voidaan käyttää kevyen liikenteen väylän päällysteenä. PAB-V -päällyste on joustavampi kuin AB ja PAB-B -päällysteet, joten se sallii suurempia alustan muodon muutoksia. PAB-V päällysteestä voi sitoutumisen alkuvaiheessa irrota kiviainesta.

Hinnaltaan PAB -päällyste on noin 10 mk/m<sup>2</sup> halvempi kuin AB-päällyste. Mikäli PAB -päällystettä joudutaan valmistamaan vain pieniä erinä, hinta nousee lähelle AB-päällysteen hintaa.

Asfalttipäällysteiden hyviä ominaisuuksia kevyen liikenteen väylillä ovat:

- tasaisuus
- helpposaatavuus
- hyvä kuormitus- ja kulutuksen kestävyys
- reunakivi liimattavissa
- helppo pitää puhtaana pinnan sileyden ja kiinteyden ansiosta

Huonoja ominaisuuksia ovat:

- vaatii kantavan alustan
- valonheijastavuus sateella huono
- uutena liukas sateella
- kustannuksiltaan kallein tutkituista vaihtoehtoista (AB)
- epätasaisen routanousun aiheuttamat routavauriot /11/

### 4.3 SOP-pinta

Soratien pinta (SOP) on sitomattomalle alustalle tai soratien pinnalle sideaineella liimaten asennettu ohut murskekerros rakeisuudeltaan 0-16 mm, 6-12 mm tai 10-16 mm. Sorapinta sopii vähäliikenteisille väylille ja vanhojen sorakatuja päällystykseseen, jolloin pinta saadaan kiinteäksi ja pölyämättömäksi edullisesti. Luonnon mukaisella pinnalla ja värityksellä kevyen liikenteen väylä saadaan sulautettua maisemaan. SOP -pinta kestää huonosti raskasta liikennettä. /11/ SOP -pintausta voidaan käyttää kivituhkapäällysteillä kevyen liikenteen väylillä paikoissa, joissa vesi aiheuttaa kivituhkapäällysteeseen syöpymiä. /9/

SOP-pintauksen hyviä ominaisuuksia:

- sopii luonnon- ja maaseutu ympäristöön
- hyvä kitka
- pinnan karheus vähentää räntä- ja sadevesiroiskeita
- edullinen rakentamiskustannus
- voi käyttää varoittavana kontrastipinnoitteena pyöräilijöille ja näkövammaisille

Huonoja ominaisuuksia:

- karkeana epämiellyttävä kevyelle liikenteelle, varsinkin pyöräilijöille
- Vaurioitumisaltis raskaan liikenteen alla /4/

### 4.4 Asfalttirouhe

Asfalttirouhepäällystettä voidaan käyttää kevyen liikenteen väylän päällysteenä. Rouhetta voidaan käyttää kylmänä sellaisenaan tai kuumentamalla koneasemalla lisäämällä sideainetta ja/tai uutta massaa. Jos kevyen liikenteen väylä päällystetään kylmällä rouheella, tarvitsee pinta jälkikäsittelynä joko pinnan kuumentamisen, tasauksen ja tiivistämisen tai sirotepintauksen estämään rouhepinnan reikiintymisen. /14/ Uutena asfalttirouhepäällysteen ongelmana on pinnoitteen irtokivet. Pinnan epätasaisuus on epämiellyttävä varsinkin pyöräilijöille.



## 5 MITOITUKSET

### 5.1 Kantavuusmitoitus

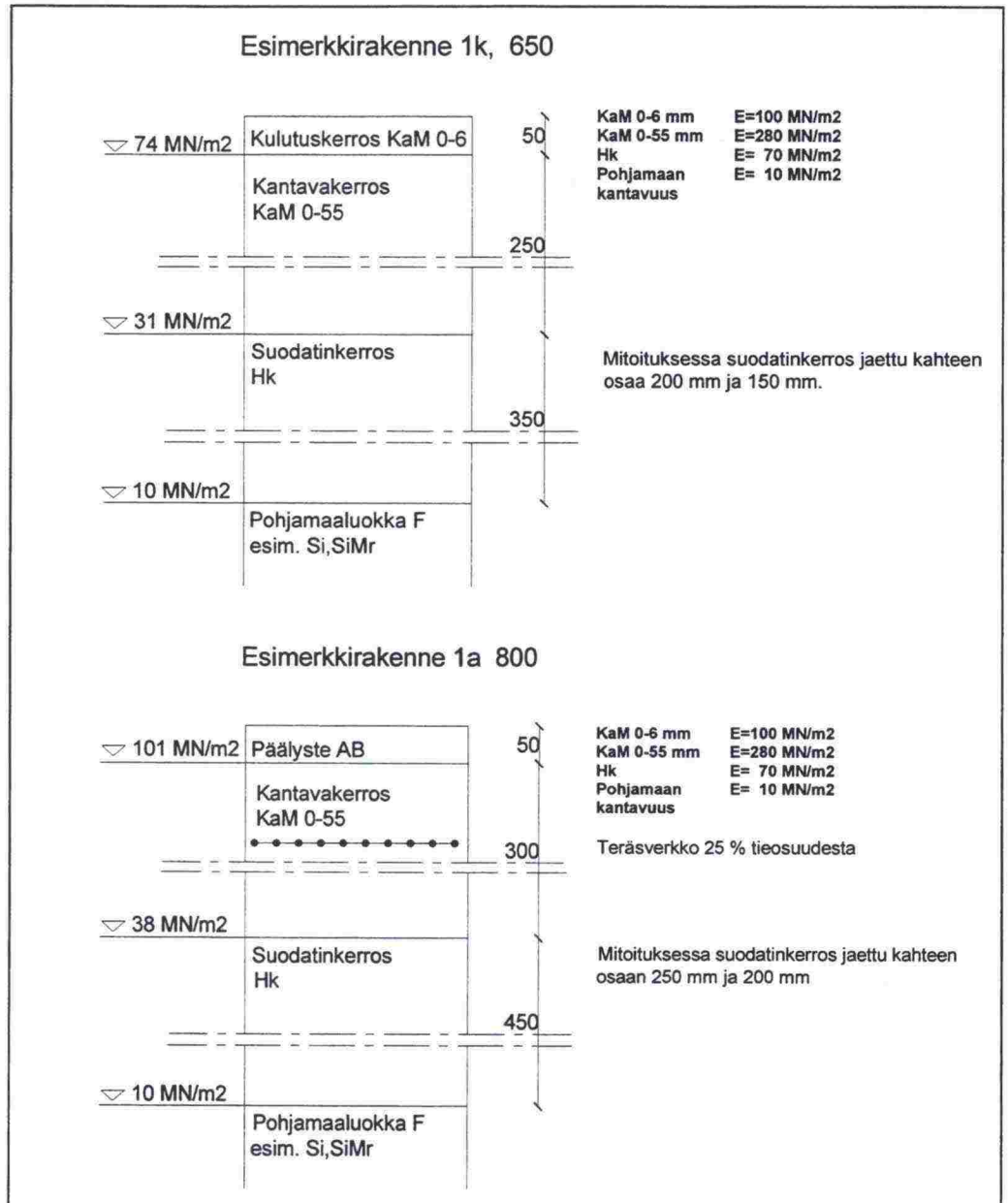
Esimerkkirakenteiden kantavuusmitoitus on tehty FullGeo -ohjelmalla. Ohjelma mitoittaa kantavuuden Odemarkin kantavuuskaavaa käyttäen. Lähtöarvoina annetaan kerrospaksuus, kantavuusmoduuli, tarkistustekijä, jolla voidaan estää yli 6 kertaa kerroksen alapinnassa saavutettua kantavuutta suurempaa kantavuusmoduulia sekä kerroksen nimi.

Esimerkkirakenteet on mitoitettu asettamalla tavoitekantavuuksiksi kanta-vankerroksen päältä AB- päällysteisellä kevyen liikenteen väylällä 100 MN/m<sup>2</sup> ja kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä 70 MN/m<sup>2</sup>. Materiaalien kantavuusmoduuleina on käytetty seuraavia arvoja:

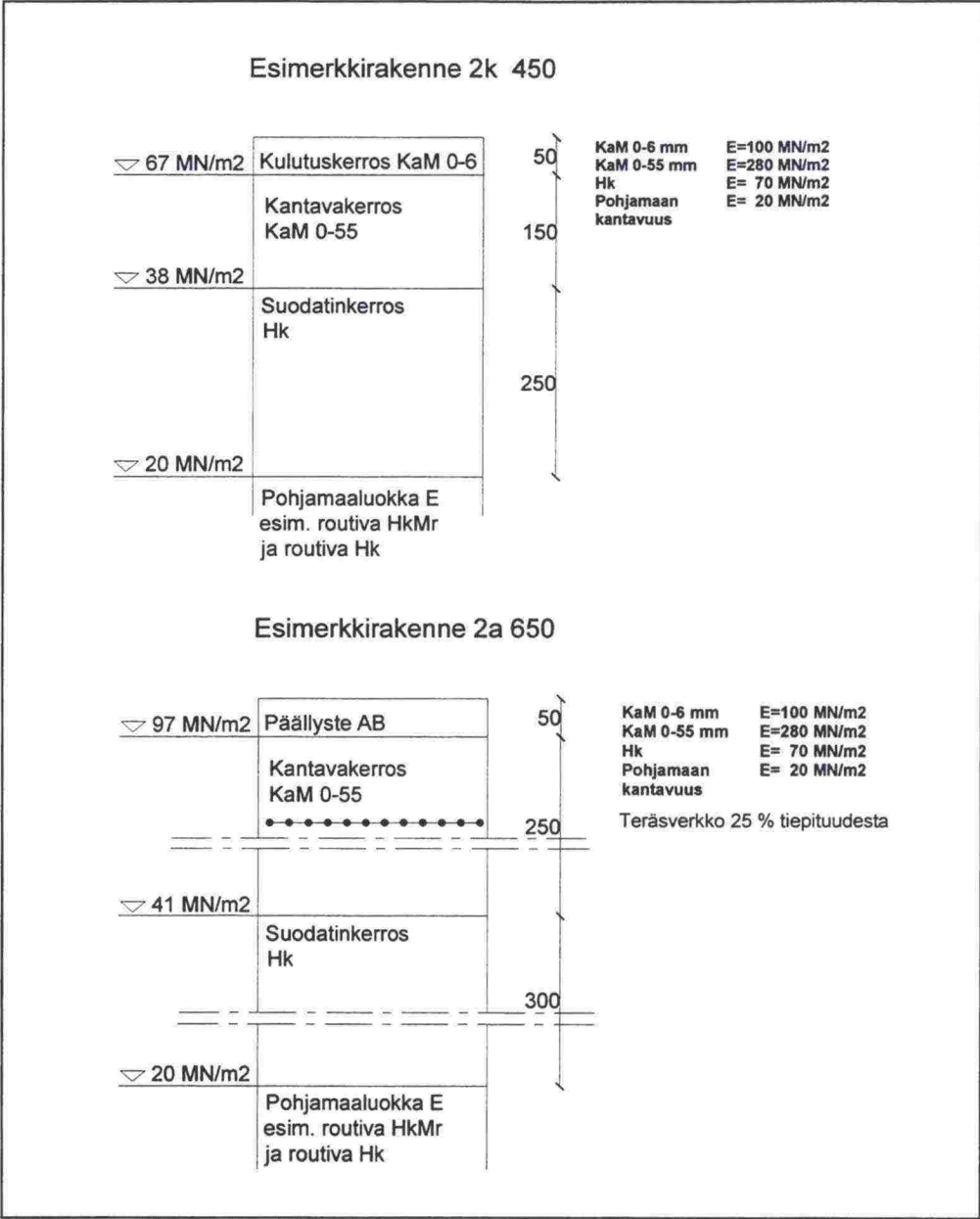
- Kivituhka (KaM 0-6) 100 MN/m<sup>2</sup>
- Kantavakerros ( KaM ) 280 MN/m<sup>2</sup> enintään 6 x E<sub>A</sub>
- Suodatinhiekkä Hk 70 MN/m<sup>2</sup> enintään 6 x E<sub>A</sub>
- Pohjamaat:
  - Kantavuusluokka C esim. rton kaHk ja rton SrMr 100 MN/m<sup>2</sup>
  - Kantavuusluokka D esim. rton keHk ja rton HkMr 50 MN/m<sup>2</sup>
  - Kantavuusluokka E esim. routiva HkMr 20 MN/m<sup>2</sup>
  - Kantavuusluokka F esim. Si ja SiMr 10 MN/m<sup>2</sup>

E<sub>A</sub> = alemman kerroksen kantavuus Odemarkin mitoitusmenetelmässä.

Esimerkkirakenteet 1-4 on mitoitettu pohjamaaluokille F , E, D ja C. Uusia rakenteita suunniteltaessa mitoitukset on tehtävä tapauskohtaisesti paikalliset olosuhteet sekä käytettävissä olevien materiaalien parametriarvot huomioiden.

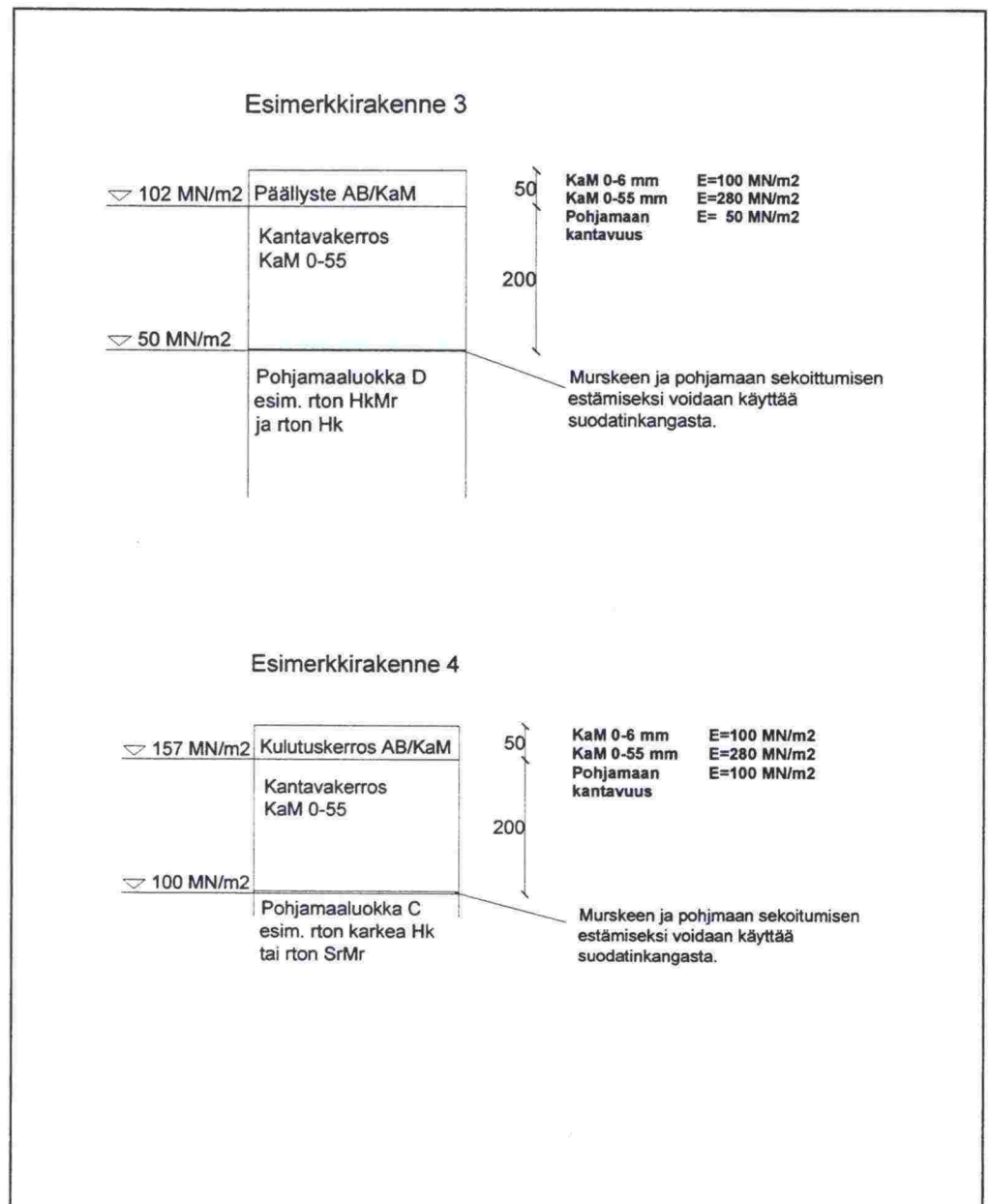


Kuva 13: Pohjamaaluokan ollessa F (esim. savi, siltti, silttimoreeni) kivituhkan pintainen rakenne on 150 mm ohuempi kuin asfalttirakenne



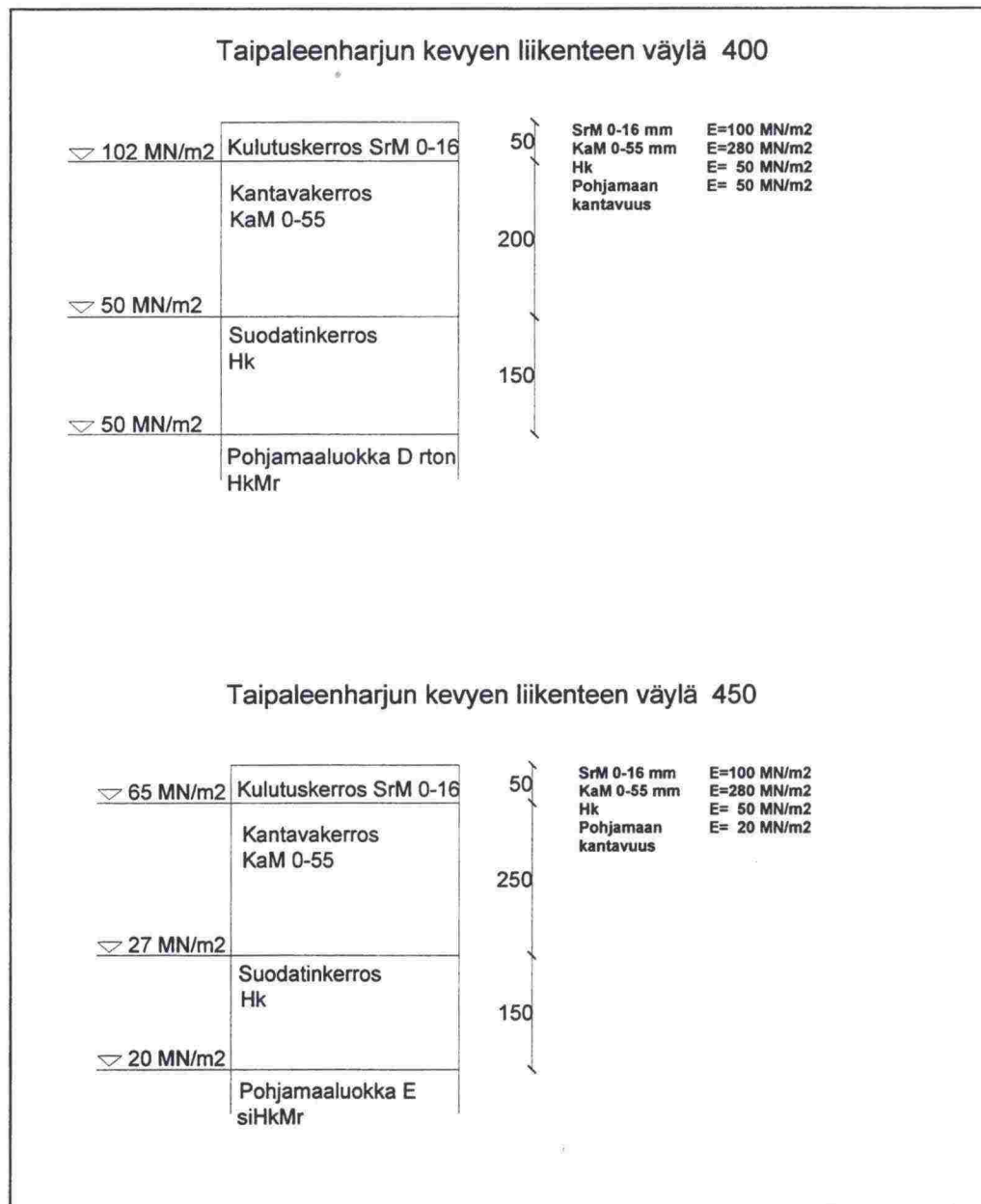
Kuva 14: Pohjamaaluokassa E (esim. routiva hiekkamoreeni, routiva hiekka) kivituhkapintainen rakenne on 150 mm ohuempi kuin asfalttipäällysteinen rakenne





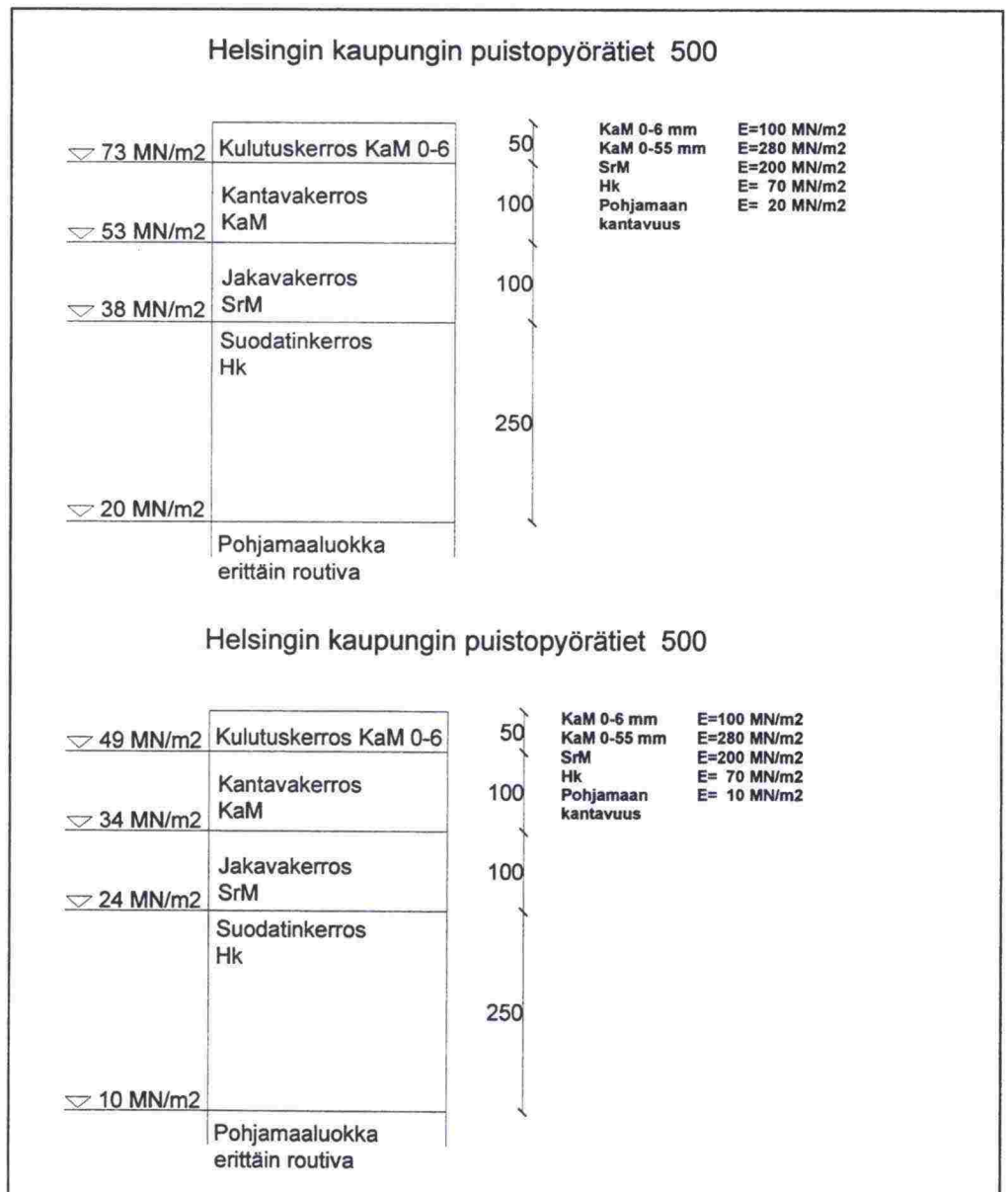
Kuva 15: Pohjamaaluokassa D (esim. routimaton hiekkamoreeni, routimaton hiekka) ja pohjamaaluokassa C (esim. routimaton kaHk tai routimatoton SrMr)  $100 \text{ MN/m}^2$  tavoitekantavuus saavutetaan 200 mm:n murskekerroksella, joka alkaa olla työstettävyyden kannalta käytännössä minimikerrospaksuus.

Pudasjärven Taipaleenharjulla toteutetun kevyen liikenteen väylän kantavuusarvot FullGeolla laskettuna on esitetty alla olevassa kuvassa 16. Rakentamisessa käytettyjen materiaalien arvoja ei ole ollut käytettävissä, joten mitoitus on tehty oletetuilla materiaaliarvoilla.



Kuva 16: Pudasjärven Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylän rakennekerrokset sekä FullGeolla lasketut kantavuusarvot kerroksittain. Pohjatutkimuksia ei ole tehty, pohjamaaluokat arvioitu vieressä olevan vt 20:n suunnitelmien perusteella. Kunnossapitokalusto ja tonteille suuntautuva kevyt ajoneuvoliikenne ei ole aiheuttanut mainittavia painumia, vaikka laskennallinen kantavuus on 65 MN/m<sup>2</sup>.

Helsingin kaupungin puistopyöräteiden yleisimpien rakennetyyppien kantavuudet FullGeo –ohjelmalla laskettuna on esitetty kuvassa 17. Kaupungin viherosaston yleisessä työselityksessä pohjamaat luokitellaan seuraavasti: pehmeikkö, erittäin routiva, lievästi routiva, routimaton, heikosti kantava routimaton ja kantava routimaton sekä kallio. Helsingin kaupungin puistopyörätiet mitoitetaan pääsääntöisesti erittäin routivan pohjamaan mukaan./1/ Tämän selvityksen mitoituksissa on arvioitu erittäin routivan pohjamaan vastaavan Tielaitoksen alusrakenteen kantavuusluokituksen luokkia E tai F.



Kuva 17: Helsingin kaupungin puistopyöräteiden yleisimmät rakennetyypit sekä kantavuudet kerroksittain FullGeolla laskettuna. Painumia on esiintynyt, kun kunnossapitotoimia on tehty raskaalla kalustolla rakenteen ollessa märkä.



## 5.2 Routavaurioiden torjuminen

Kevyen liikenteen väylien vaurioista pääosa on routavaurioita, koska liikennekuormitus rajoittuu pääasiassa kunnossapitokoneiden kuormitukseen. Routavaurioiden merkitys kevyen liikenteen väylillä korostuu vielä senkin takia että, rakenteet ovat ohuita verrattuna maanteiden rakenteisiin. /2/

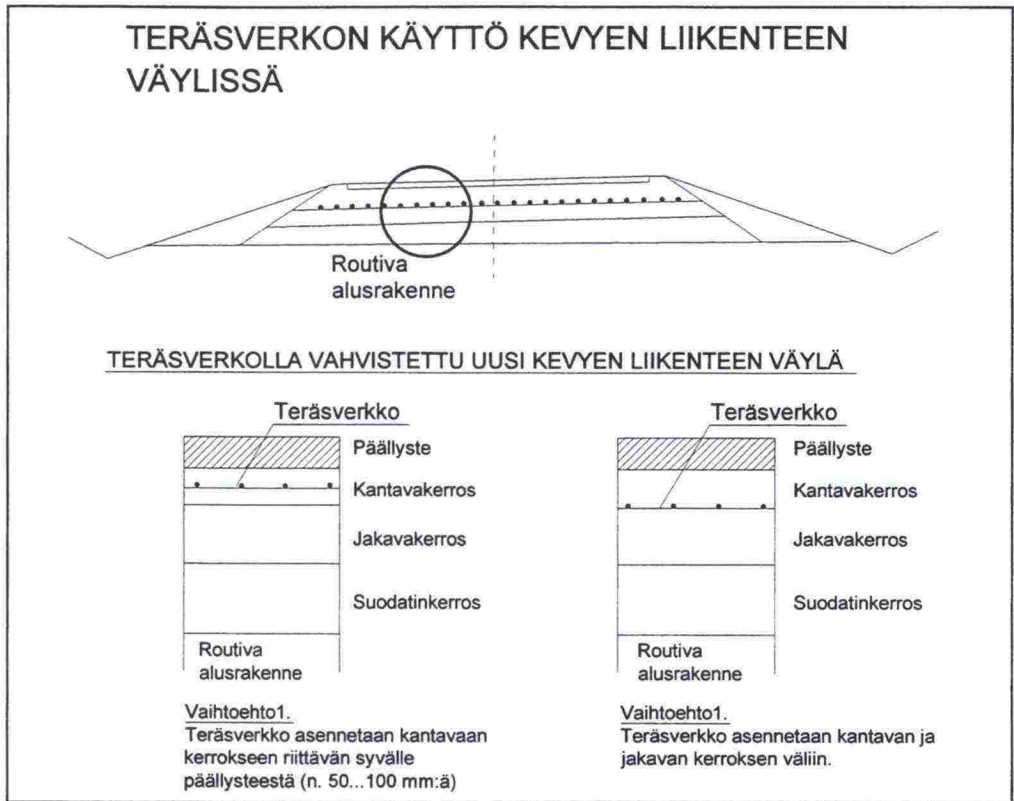
Vuonna 1995 Oulun tiepiirin alueella tehtiin pyöriteiden vauriotutkimus, jossa tarkasteltavia pyöriteitä oli yhteensä 369,8 km. Tutkimuksen mukaan yleisin vauriotyyppi oli pituushalkeama. Yhteenlasketusta vauriosummasta 77 % oli pituushalkeamia, 15 % poikkihalkeamia sekä muita vaurioita eli verkkohalkeamia ja reikiä 8 %. /5/

Pyöriteiden routavauriotutkimuksen perusteella pyörätiet ovat kapeutensa vuoksi herkempiä pituussuuntaiselle halkeamalle kuin leveämmät maantiet. Jo noin 10-15 mm:n routanousueron keskilinjalla ja reunan välillä riittää aikaansaamaan pituussuuntaisen halkeaman. Käytännössä tällaisia routanousueroja alkaa syntyä jo 50 mm:n kokonaisroutanousulla. Routanousueroja aiheuttaa tienreunassa sijaitsevat lumivallit, jotka estävät pakkasen tunkeutumisen reunoilla yhtä syväälle kuin tien keskilinjalla. Tutkimuksen mukaan pyörätie säilyy periaatteessa parhaiten vaurioitumattomana, jos se rakennetaan lähelle maanpintaa ja reunoilta aurataan lumi pois, jolloin maa jäätyy tasaisemmin ja routanousuerot keskilinjalla ja reunanvälillä jäävät pienemmiksi. /2/

Pyöriteiden routamitoitusta voidaan tehdä kahdella eri suunnitteluperiaatteella: Suunnitellaan rakenneratkaisu, jolla rajoitetaan pyörätien routimista niin pieneksi, ettei pituussuuntaisia routahalkeamia pääse syntymään tai suunnitellaan routimista sietävä rekenne, jolla estetään pituushalkeilu. /2/

Routimista rajoittavissa rakenteissa käytetään maalaatikkorakenteita tai teollisia lämpöeristeitä. Maalaatikkorakenne johtaa vähintään yhtä syvään tai jopa syvempään massanvaihtoon kuin maanteiden mitoituksessa, koska pyörätie on maantietä herkempi routavaurioille. Tämän vuoksi massanvaihdot ovat usein kalliita ratkaisuja. Pistekohtaisesti ja kuljetusmatkojen ollessa lyhyet teolliset lämpöeristeet tai lämpöeristeinä toimivat muut materiaalit kuten masuunihiekka, palaturve, rengasrouhe ja kevytsora, voivat olla taloudellisesti kannattavia ratkaisuja. /2/

Routimista sietävissä rakenteissa routavaurioita voidaan estää käyttämällä teräsverkkorakennetta. Teräsverkko asennetaan useimmiten kantavaan kerrokseen, jonne se lukittuu murskeen kanssa muodostaen laattamaisesti käyttäytyvän rakenteen, joka estää poikittaissuuntaiset routanousuerot. /2/ Teräsverkko voidaan asentaa myös jakavan ja kantavan kerroksen väliin. /8/



Kuva 18: Teräsverkon vaihtoehtoiset asennuspaikat kevyen liikenteen väylissä.  
/8/

Joustavia pinnoitemateriaaleja käyttämällä, esim. kivituhka ja hienorakeinen sora, voidaan lieventää routamitoitusta. Kivituhka- ja sorapintainen kevyen liikenteen väylä sietää pinnoitteen joustavuuden vuoksi suurempia routanousueroja ilman että syntyy halkeamia. Lisäksi halkeamat korjautuvat useasti itseksensä roudan sulaessa.

Myös poikkileikkauksen valinnalla voidaan vaikuttaa vaurioitumisruskiin. Routavaurio- ja kuivatustutkimuksen mukaan kapeilla, alle 7 metrin levyisillä, ja syväojaisilla poikkileikkauksilla pituushalkeamariski on suuri. Näin ollen voisi olettaa että syväojaisilla kevyen liikenteen väylillä olisi suuri pituushalkeamariski. /10/ Toisaalta viimeisimmässä pyöriteiden routavauriotutkimuksessa ei ole havaittu suoranaista riippuvuutta poikkileikkauksen muodon ja pituushalkeamariskin välillä. /2/

Epätasainen routanousu voi aiheuttaa myös poikittaissuuntaisia halkeamia. Tämän vuoksi rumpujen kohdalla sekä pohjamaatyypin vaihdellessa tulee käyttää siirtymäkiilarakenteita.



## 6 KUIVATUS, VAURIOT, KUNNOSSAPITO

Pintakuivatus tulee kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä hoitaa siten, että vesi ei jää makaamaan tielle. Pintakuivatus voidaan hoitaa avo-ojin tai ympäröivän maaston muotoja hyödyntäen. Huono pintakuivatus aiheuttaa lätäköitymistä, pinnan kuraisuutta sekä pinnan pehmenemistä. Kivituhkapinnan pehmenemistä esiintyy enimmäkseen keväisin sulamisvesien vaikutuksesta sekä pidempien sadejaksojen aikana. Talvella kertyneet aurasvallit tulee keväisin aurata kauemmaksi sekä kivituhka- että AB-pintaisella väylällä, jotta vallien sulamisesta syntyvä vesi ei keräänny tielle. Näin myöskin tien polanteen sulamisvedet pääsevät kulkeutumaan ojiin, eivätkä jää tielle makaamaan. Tällä kyetään minimoimaan sulamisvesien aiheuttama kurainen aika mahdollisimman lyhyeksi.



*Kuva 19: Kevyen liikenteen väylä pysyy myös keväällä kuivana jos lumivallit aurataan ennen sulamista kauemmas tiestä*

Tierakenteen kuivatus voidaan hoitaa avo-ojin tai salaojin. Vettä läpäisemättömällä pohjamaalla avo-ojat tulee yleensä ulottaa rakennekerrosten alapuolelle, jotta vesi ei tunkeudu haitallisesti päällysrakenteeseen. Jos avo-ojien pohjat ovat ylempänä kuin alimmat rakennekerrokset, tulee ojassa olla kohtuullinen vietto, jotta vesi ei varastoidu ojaan pitkäksi aikaa. Pohjaveden pinnan nousu rakennekerrokseen estetään tarvittaessa noin 0,2 m päällysrakenteen alapuolelle sijoitetulla salaojalla tai avo-ojalla. Pohjavesi virtausten kohdalla salaoja sijoitetaan kuitenkin yleensä siirtymäkiilasyvyYTEEN, jos veden pois johtaminen onnistuu. Vettä läpäisevässä pohjamaassa tierakenteen vesi ja pintavedet imeytyvät suoraan pohjamaahan. Tällöin ei tarvita salaojia eikä varsinaista avo-ojaa. Lumikinosten sulamisvesiä tai ympäröivästä maastosta virtaava vettä varten tarvitaan kuitenkin noin 0,3 m syvyinen ojanne. /13/



Kivituhkapinnan eroosion välttämiseksi tulee kevyen liikenteen väylän pinta muotoilla joko kaarevaksi tai toiseen laitaan kallistuvaksi. Näin voidaan ehkäistä pitkiä pituussuuntaisia veden virtauksia. Varsinkin rankkasateiden aikana suuret vesimäärät voivat kuljettaa pinnoitetta mukanaan. Eroosiota voidaan ehkäistä käyttämällä kalliosta murskattua kivituhkaa, joka kiderakenteeltaan terävasärmäisempänä on pysyvämpää kuin luonnon sorasta murskattu kivituhka. Pinnoitteen sitoutumisen varmistamiseksi kivituhkan tulee sisältää vähintään 10 % hienoainesta. Myös kivituhkapinnoitteen pölyämistä voidaan ehkäistä käyttämällä hyvin sitoutuvaa terävasärmäistä kivituhkaa, jonka hienoainespitoisuus on vähintään 10 %. /4/

Kivituhkapinta-aisilla kevyen liikenteen väylillä voi esiintyä pituushalkeamia, mutta ne yleensä korjaantuvat itsestään kesän kuluessa. Rumpujen kohdalla tulee tehdä routimaton ympärystäyttö sekä siirtymäkiilat epätasaisen routanousun estämiseksi. AB-päällysteisellä kevyen liikenteen väylällä routimisen aiheuttamia pituushalkeamia voidaan ehkäistä käyttämällä teräsverkkorakennetta.

Oulun puistopyöräteiden ja Pudasjärven Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylän silmämääräisissä tarkasteluissa ei ole havaittu syvien avo-ojienkaan kohdilla routanousun aiheuttamaa pituushalkeilua, jota esiintyy usein AB-päällysteisillä kevyenliikenteen väylillä. Sen sijaan veden virtauksesta aiheutuneita syöpymiä esiintyi varsinkin Taipaleenharjun kevyen liikenteen väylällä. Kyseessä oleva väylä on pinnoitettu 0-16 mm sora- ja murskeella, joka on osasyynä syöpymien syntyyn. Sora- ja murskeen pinta ei ole sitoutunut vaan siinä on irtosoraa, joka kulkeutuu veden mukana herkästi pois. Epätasaisen routanousun aiheuttamia routaheittoja esiintyy jonkin verran, varsinkin rumpujen kohdalla.

## 7 KUSTANNUKSET

Lähtökohtana laskennoissa on ollut, että kivituhkapintaisen (KaM/SrM) kevyen liikenteen väylän tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä on 70 MN/m<sup>2</sup> ja AB/PAB –päällysteisen kevyen liikenteen väylän tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä on 100 MN/m<sup>2</sup>. Yksikköhintakysely on tehty Oulun seudulla. Hinnoissa voi olla suuriakin paikkakuntaakohtaisia eroja. Tr.ind. on 139.

### 7.1 Rakennuskustannukset

Kustannuseroja laskettaessa on oletettu, että routivalla pohjamaalla on epätasaisen routanousun estämiseksi maalaatikkorakenteita ja siirtymäkiiloja keskimääräisellä AB-päällysteisellä kevyen liikenteen väylällä noin 30 % tiepituudesta ja kivituhkapintaisella väylällä noin 10 % tiepituudesta. Koska kivituhkapintaisella väylällä voidaan sallia suurempia routanousuja, on oletettu että routivalla pohjamaalla kivituhkapintaisella väylällä suodatinkerros voi olla noin 200 mm ohuempi kuin AB/PAB –päällysteisellä 20 %:lla tiepituudesta. Kantavan kerroksen paksuus on kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä keskimäärin noin 100 mm ohuempi kuin AB/PAB –päällysteisellä väylällä. Hintaero koostuu keskimäärin seuraavista osakokonaisuuksista:

- Päällysteen kustannussäästö (AB/KaM)  $3,0 \text{ m} * 16 \text{ mk/m}^2 = 48 \text{ mk/m}$
  - Päällysteen kustannussäästö (PAB/KaM)  $3,0 \text{ m} * 8 \text{ mk/m}^2 = 24 \text{ mk/m}$
  - Ohuempi kantavakerros  $0,10 \text{ m} * 4,0 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 85 \text{ mk/m}^3 = 34 \text{ mk/m}$
  - Routivalla maalla noin 200 mm ohuempi suodatinkerros noin 20 %:lla tiepituudesta:  $0,2 \text{ m} * 4,5 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 45 \text{ mk/m}^3 * 0,2 = 8 \text{ mk/m}$
  - Maalaatikkorakenteita vähemmän 20 %:lla tiepituudesta  $0,5 \text{ m} * 4,5 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 45 \text{ mk/m}^3 * 0,2 = 20 \text{ mk/m}$
- Yhteensä (AB/KaM) 110 mk/m  
(PAB/KaM) 86 mk/m

PAB- päällysteen hinta vaihtelee paikkakunnittain paljon. Pienillä tuotantomäärillä se on lähes samanhintaista AB-päällysteen kanssa.

*Taulukko 1: Yhteenvetotaulukko keskimääräisten kivituhkapintaisen kevyen liikenteen väylän rakennuskustannuksista sekä AB- ja PAB –päällysteen rakentamisesta aiheuttavat lisäkustannukset kivituhkapintaiseen väylään verrattuna.*

Väylätyyppi	Rakennuskustannukset		Lisäkustannus AB:n tai PAB:n rakentamisesta	
	routimaton pohjamaa	routiva pohjamaa	routimaton pohjamaa	routiva pohjamaa
KaM-pintainen väylä	270 000	350 000		
AB-pintainen väylä			82 000	110 000
PAB-pintainen väylä			58 000	86 000

Kokonaiskustannukset on laskettu esimerkkirakenteille 1-3. Kokonaiskustannukset näille rakenteille vaihtelevat kivituhkapintaisella välillä noin 270000 – 400000 mk/km ja AB –päällysteisellä välillä 300000 – 550000



mk/km. Laskentaesimerkit sekä laskennoissa käytetyt yksikköhinnat ilmenevät liitteistä 1-5. Rakennuskustannuksiltaan kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä on pohjamaista riippuen noin 50 000 – 150 000 mk/km halvempi kuin asfalttipäällysteinen kevyen liikenteen väylä. Sorapintainen (SrM 0-16) väylä on keskimäärin noin 5 000-10 000 mk/km halvempi kuin kivituhkapintainen. Joillakin paikkakunnilla ero voi olla suurempikin, riippuen kivituhkan saatavuudesta.

Kun kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä myöhemmin päällystetään syntyy päällystämisestä, kantavuuden lisäämisestä sekä routavaurioiden ehkäisemisestä routavauriopaikkojen kohdalla seuraavia lisäkustannuksia:

- Teräsverkkoa tarvitaan routivalla maalla halkeaviksi todetuilla paikoilla noin 25 %:lla tiepituudesta  $3,5 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 16 \text{ mk/m}^2 * 0,25 = 14 \text{ mk/m}$
  - Kantavan lisäkerros  $0,10 \text{ m} * 4,0 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 100 \text{ mk/m}^3 = 40 \text{ mk/m}$
  - Epätasaisen routanousun torjuminen maalaatikko ja siirtymäkiilarakenteilla 5 % tiepituudesta  $3 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 400 \text{ mk/m}^2 * 0,005 = 6 \text{ mk/m}$
  - AB-päällyste  $3,0 \text{ m} * 1,0 \text{ m} * 26 \text{ mk/m}^2 = 78 \text{ mk/m}$
- |          |          |
|----------|----------|
| Yhteensä | 138 mk/m |
|----------|----------|

Jos päällystäminen toteutetaan 10 vuoden kuluttua on siitä aiheutuvat rakennuskustannukset nykyarvoksi diskontattuna noin 80 mk/m, kun laskentakorkokantana on 6 %.

Esimerkkirakenteiden sekä selvityksessä mukana olleiden pyörätiekohteiden kustannuserot johtuvat väylien rakenteellisista eroista sekä toteutustavoista, esim. talkootyön osuutta kasvattamalla on rakennuskustannuksia saatu pienennettyä.

## 7.2 Kunnossapitokustannukset

AB- ja PAB päällysteisillä kevyen liikenteen väylillä kesäkunnossapitokustannukset koostuvat lähinnä keväisin hiekoitushiekan harjauksesta. Harjaus täytyy tehdä vähintään kerran vuodessa. Kevyen liikenteen väylän harjauskustannus on noin 0,3 mk/m/harjauksetta. Lisäksi AB- ja PAB- päällysteisen kevyen liikenteen väylän kesäkunnossapitokustannuksia lisää mahdolliset päällysteen paikkaukset.

Kivituhkapintaisen kevyen liikenteen väylän kesäkunnossapitokustannukset koostuvat pinnan tasauksesta sekä kivituhkan lisäyksestä. Kivituhkaa joudutaan lisäämään lanauksen yhteydessä, jotta kantavakerroksen murske ei nouse pintaan. Tasausta tehdään kyselyjen perusteella tarvittaessa 1-5 vuoden välein, keskimäärin 2-3 vuoden välein. Kivituhkapintaisen väylän kustannukset lanauskertaa kohden ovat noin 8,0 mk/m. Tällöin keskimääräiseksi vuosittaisiksi kesäkunnossapitokustannuksiksi kivituhkapintaisella kevyen liikenteen väylällä tulee noin 3,5 mk/m.

AB-päällysteisen ja kivituhkapintaisen kevyen liikenteen väylän keskimääräiset vuosittaisten kesäkunnossapitokustannusten ero muodostuu seuraavasti:



- AB-päällysteisen väylän harjaus 0,3 mk/m
- Kivituhkapintaisen väylän lanaus ja kivituhkanlisäys 3,5 mk/m
- Erotus 3,2 mk/m

Kesäkunnossapitokustannusten nykyarvo 6 % laskentakorkokannalla 20 vuoden ajalta on asfalttipäällysteisellä väylällä noin 3500 mk/km ja kivituhkapintaisella väylällä noin 40 000 mk/km. Kivituhkapintaisen väylän kesäkunnossapitokustannukset ovat siis 20 vuoden ajalta nykyarvoksi muutettuna reilut 35 000 mk/km suuremmat kuin AB-päällysteisen väylän. Kustannusero kuvaa keskimääräisen kevyen liikenteen kunnossapitokustannuksia. Kustannusero voi olla suurempi huonoilla pohjamailla ja vilkkaasti liikennöidyillä väylillä. Jos kunnossapidon tasosta tingitään vähäliikenteisillä väylillä, on kustannusero pienempi.

Talvikunnossapitokustannuksissa ei ole juurikaan eroa kivituhkapintaisella ja AB-päällysteisellä kevyen liikenteen väylällä. Aurauskustannukset ovat saman kunnossapitoluokan väylillä samansuuruiset. Hiekoituskustannuksiltaan kivituhkapintainen on jonkin verran edullisempi kuin AB-päällysteinen, sillä syksyllä AB-päällyste on ensi pakkasilla liukkaampi kuin kivituhkapinta. Toisaalta keväällä takatalven sattuessa kivituhkaa voi auratessa lentää syrjään.

### 7.3 Kustannusten yhteenveto

Ohutrakenteisen kivituhkapintaisen kevyen liikenteen väylän rakennuskustannukset ovat routivalla pohjamaalla keskimäärin noin 110 000 mk/km halvemmalla kuin AB-päällysteisen väylän ja noin 85 000 mk/km halvemmalla kuin PAB-päällysteisen väylän. Routimattomalla maalla kivituhkapintainen on noin 80 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen ja noin 60 000 mk/km halvempi kuin PAB-päällysteinen.

Kunnossapitokustannuksiltaan kivituhkapintainen on 20 vuoden aikana nykyarvossa noin 35 000 mk/km kalliimpi kuin AB- ja PAB-päällysteinen.

Kokonaiskustannuksiltaan, rakennuskustannukset sekä kunnossapitokustannukset 20 vuoden ajalta huomioiden, routivalla pohjamaalla kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä on keskimäärin noin 75 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen ja 50 000 mk/km halvempi kuin PAB-päällysteinen. Routimattomalla maalla kivituhkapintainen on noin 45 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen ja 25 000 mk/km halvempi kuin PAB-päällysteinen.

*Taulukko 2: Keskimääräisen kevyen liikenteen väylän rakennuskustannukset ja kesäkunnossapitokustannukset nykyarvon 20 vuoden ajalta sekä AB- ja PAB-päällysteisen väylän hintaero verrattuna kivituhkapintaiseen väylään.*

Väylätyyppi	Rak.kust. (mk/km)		Kesäkunn.pito. kust. ( 20 v.)	Hintaero (rak.kust.+kesäkun.pito)	
	routiva maa	routimaton maa		routiva maa	routimaton maa
KaM-pintainen väylä	350 000	270 000	40000		
AB-pintainen väylä	460 000	350 000	3500	75 000	45 000
PAB-pintainen väylä	435 000	330 000	3500	50 000	25 000

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kevyen liikenteen väyliä rakennettaessa kivituhkapintainen väylä on käyttökelpoinen rakennetyyppi nykyisen AB-päällysteisen rakenteen rinnalle. Vilkasliikenteisillä väylillä sekä taajamien läheisyydessä suositetaan ensisijaisesti AB-päällysteisiä kevyen liikenteen väyliä. Kivituhkapintaista kevyen liikenteen väylää voi suositella kustannussäästöjen vuoksi vähäliikenteisille alueille sekä puistoihin maisemallisista syistä.

Rakennuskustannuksiltaan kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä on noin 50 000 – 150 000 mk/km halvempi kuin AB-päällysteinen kevyen liikenteen väylä. PAB -päällysteen rakennuskustannukset ovat noin 0 – 10 mk/m<sup>2</sup> halvemmat kuin AB-päällysteen. Mikäli PAB -päällystettä joudutaan valmistamaan pieniä eriä nousee kustannukset lähes tasoihin AB-päällysteen kanssa.

Kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä voidaan tarvittaessa myöhemmin päällystää AB-päällysteellä. Riittävän kantavuuden saavuttamiseksi toisessa vaiheessa kantavan kerroksen paksuutta lisätään. Vaiheittain rakennettaessa saadaan selville etukäteen myös pahimmat routavauriopaikat. Näille kohdille voidaan asentaa teräsverkko, jolla ehkäistään routimisesta päällysteelle aiheutuvat halkeamat.

Kivituhkapinnoitteen etuna on myös helppo korjattavuus. Rakennusvaiheessa voidaan routamitoitus tehdä keveämmin ja mahdolliset routaheitot on helppo korjata kunnossapidon yhteydessä.

Käyttömukavuus ei kivituhkalla ole niin hyvä kuin asfalttipäällysteillä. Varsinkin märkinä aikoina pinta on kurainen ja mahdollisesti myös pehmeä. Toisaalta kivituhkapintainen väylä soveltuu kuivana aikana joustavuutensa vuoksi paremmin mm. lenkkeilyyn kuin AB-päällysteinen väylä. Kivituhka ei sovellu uudempien kevyen liikenteen muotojen kuten rullaluistelun alustaksi. Tämän vuoksi kivituhkaisia pinnoitteita tulisikin käyttää varsinkin taajamien läheisyydessä tarkoin harkiten.

Kivituhkapintainen kevyen liikenteen väylä, jonka kantavuus on 70 MN/m<sup>2</sup>, kestää myös henkilöautoja ja satunnaisesti kuorma-autoja, mutta märkinä aikoina ne voivat aiheuttaa painumia. Keväällä lumivallit tulee aurata ennen sulamisen alkamista kauemmaksi tiestä, jotta väylän pinta kuivuisi mahdollisimman nopeasti. Sama koskee myös asfalttipäällysteitä. Syksyisin kivituhkapintaista väylää ei tarvitse hiekoittaa niin aikaisin kuin AB-päällysteistä väylää, sillä esimerkiksi mustajäätä ei esiinny kivituhkapintaaisella väylällä pinnoitteen karkeudesta johtuen.

Hyvin kantavilla hiekka- ja moreenialueilla tulee välivaiheena kysymykseen myös tien viereen raivattu kulkutila. Se on halpa tapa parantaa pienten lasten koulumatkan turvallisuutta. Kulkutilasta poistetaan kivet ja kannot ja maasto muotoillaan siten, että vesi poistuu kulkutilasta. Kulkutiloja ei saa merkitä kevyen liikenteen väyläksi.



## LÄHDELUETTELO

1. Helsingin kaupungin rakennusvirasto, viherosasto. Viherrakennustöiden yleinen työselitys. Julkaisematon.
2. Kallio, V. Pyöräteiden routavauriotutkimus. Julkaisematon.
3. Liikenneministeriö. Kevyen liikenteen väylien kehittämisohjelma 1999-2002. Helsinki: Oy Edita Ab 1998. Liikenneministeriön julkaisuja 6/98. ISBN 951-723-152-0.
4. Nieminen, P. Kivituhkatutkimus. Tampere 1995. Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Puisto-osasto. Julkaisematon.
5. Nyman, J. Ehrola, E. Kevyen liikenteen väylien kuntoluokitusjärjestelmä. Oulu 1996. Tielaitoksen selvityksiä 60/1996. TIEL 3200427. ISBN 951-726-277-9.
6. Päällystealan neuvottelukunta, PANK ry. Asfalttinormit 1995. Helsinki 1995.
7. Suomen kunnallistekninen yhdistys. Katu 90, Kadunrakennuksen tekniset ohjeet. Jyväskylä 1991. ISBN 951-95374-9-x
8. Tammet. Teräsverkkojen käyttö lujitteina tie- ja katurakenteissa. Helsinki 1999.
9. Tielaitos, Tiehallinto/Tie- ja liikennetekniikka. Kevyen liikenteen suunnittelu. Helsinki 1998. TIEL 2130016. ISBN 951-726-431-3
10. Tielaitos, Tiehallitus/Kehittämiskeskus: Routavaurio- ja kuivatustutkimus, Pituushalkeamat osa II, Tien rakenne- ja olosuhdetekijöiden vaikutus routanousuihin. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja. TIEL 4000005. Helsinki 1991
11. Tielaitos, Tiehallinto/Tie- ja liikennetekniikka. Taajamapäällysteet ja reunatuet. Helsinki 1997. TIEL 2140010. ISBN 951-726-332-5
12. Tielaitos, Tiehallinnon viestintä. Tielaitos 1999.
13. Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka. Tietoa tiensuunniteluun nro 43. Loivaluiskaisten teiden kuivatus.
14. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987-1992. Asfalttirouheen varastointi ja käyttö. Espoo 1993. Tutkimusraportti/VTI Tie-, geo- ja liikennetekniikanlaboratorio n:o 165.



## LIITTEET

1. Rakennuskustannukset esimerkkirakenne 1a
2. Rakennuskustannukset esimerkkirakenne 1k
3. Rakennuskustannukset esimerkkirakenne 2a
4. Rakennuskustannukset esimerkkirakenne 2k
5. Rakennuskustannukset esimerkkirakenne 3

## RAKENNUSKUSTANNUKSET ESIMERKKIRAKENNE 1a

Tr.ind 139

Littera	TYÖSELITE	YKS.	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ HINTA mk	SUMMA mk
84000 MAAPOHJA					
		ha	1,0	10000	10000
1000 RAKENNUSALUEELLA OLEVAT RAKENTEET					
	1510 Pintamaan poisto	m2	8000	3,5	28000
LEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA 2000 AVO-OJA RAKENTEET					
	2120 Maaleikkaus, massat läjitykseen	m3ktr	1200	19	22800
4000 PINGER- JA KERROSRAKENTEET					
	4110 Maapenger	m3rtr	1300	42	54600
	4410 Suodatinkerrokset, Hk				
	4412 Täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	2900	45	130500
	4510 Sitomattomat kantavat kerrokset				
	4512 täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	1260	85	107100
5000 PINTARAKENTEET JA VIIMEISTELYT					
	5100 Teräsverkko (25 % tiepituudesta)	m2	875	16	14000
	5230 AB-päällyste	m2	3000	26	78000
	5620 Nurmiverhoukset IV-lk	m2	4000	1,5	6000
6000 PERUSTUS- JA PUTKIRAKENTEET					
	6820 Sivuovarummut (400 M)	m	50	300	15000
7310 Liikennemerkkit					
		kpl	10	800	8000
					466000
Yhteiskustannukset 15 % rakennuskustannuksista					69900
Kokonaiskustannus					535900

## RAKENNUSKUSTANNKSET ESIMERKKIRAKENNE 1k

Tr.ind. 139

Littera	TYÖSELITE	YKS.	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ HINTA mk	SUMMA mk
	84000 MAAPOHJA	ha	1,0	10000	10000
	1000 RAKENNUSALUEELLA OLEVAT RAKENTEET				
	1510 Pintamaan poisto	m2	8000	3,5	28000
	LEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA 2000 AVO-OJA RAKENTEET				
	2120 Maaleikkaus, massat läjitykseen	m3ktr	1200	19	22800
	4000 Penger- JA KERROSRAKENTEET				
	4110 Maapenger	m3rtr	1300	42	54600
	4410 Suodatinkerrokset, Hk				
	4412 Täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	2050	45	92250
	4510 Sitomattomat kantavat kerrokset				
	4512 täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	1050	85	89250
	5000 PINTARAKENTEET JA VIIMEISTELYT				
	5300 Sorapinta				
	5300 Kivituhkapinta (KaM 0-6)	m2	3000	10	30000
	5620 Nurmiverhoukset IV-lk	m2	4000	1,5	6000
	6000 PERUSTUS- JA PUTKIRAKENTEET				
	6820 Sivuovarummut (400 M)	m	50	300	15000
	7310 Liikennemerkkit	kpl	10	800	8000

Yhteiskustannukset 15 % rakennuskustannuksista  
Kokonaiskustannus

347900  
52185  
400085



## RAKENNUSKUSTANNUKSET ESIMERKKIRAKENNE 2a

Tr.ind. 139

Littera	TYÖSELITE	YKS.	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ HINTA mk	SUMMA mk
	84000 MAAPOHJA	ha	1,0	10000	10000
	1000 RAKENNUSALUEELLA OLEVAT RAKENTEET				
	1510 Pintamaan poisto	m2	7000	3,5	24500
	LEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA 2000 AVO-OJA RAKENTEET				
	2120 Maaleikkaus, massat läjitykseen	m3ktr	1200	19	22800
	4000 Penger- JA KERROSRAKENTEET				
	4110 Maapenger	m3rtr	1300	42	54600
	4410 Suodatinkerrokset, Hk				
	4412 Täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	1800	45	81000
	4510 Sitomattomat kantavat kerrokset				
	4512 täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	1050	85	89250
	5000 PINTARAKENTEET JA VIIMEISTELYT				
	5100 Teräsverkko (25 % tiepituudesta)	m2	875	16	14000
	5230 AB-päällyste	m2	3000	26	78000
	5620 Nurmiverhoukset IV-lk	m2	4000	1,5	6000
	6000 PERUSTUS- JA PUTKIRAKENTEET				
	6820 Sivuojarummut (400 M)	m	50	300	15000
	7000 VARUSTEET				
	7310 Liikennemerkkit	kpl	10	800	8000

Yhteiskustannukset 15 % rakennuskustannuksista  
Kokonaiskustannus

403150  
60473  
463623

## RAKENNUSKUSTANNUKSET ESIMERKKIRAKENNE 2k

Tr.ind. 139

Littera	TYÖSELITE	YKS.	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ HINTA mk	SUMMA mk
84000 MAAPOHJA					
		ha	1,0	10000	10000
1000 RAKENNUSALUEELLA OLEVAT RAKENTEET					
1510 Pintamaan poisto					
		m2	7000	3,5	24500
LEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA 2000 AVO-OJA RAKENTEET					
2120 Maaleikkaus, massat läjitykseen					
		m3ktr	1200	19	22800
4000 PENGERT- JA KERROSRAKENTEET					
4110 Maapenger					
		m3rtr	1300	42	54600
4410 Suodatinkerrokset, Hk					
4412 Täyte urakoitsijan materiaalista					
		m3rtr	1250	45	56250
4510 Sitomattomat kantavat kerrokset					
4512 täyte urakoitsijan materiaalista					
		m3rtr	580	85	49300
5000 PINTARAKENTEET JA VIIMEISTELYT					
5300 Sorapinta					
5300 Kivituhkapinta (KaM 0-6)					
		m2	3000	10	30000
5620 Nurmiverhoukset IV-lk					
		m2	4000	1,5	6000
6000 PERUSTUS- JA PUTKIRAKENTEET					
6820 Sivuohjaimut (400 M)					
		m	50	300	15000
7000 VARUSTEET					
7310 Liikennemerkkit					
		kpl	10	800	8000
					268450
Yhteiskustannukset 15 % rakennuskustannuksista					40268
Kokonaiskustannus					308718

## RAKENNUSKUSTANNUKSET ESIMERKKIRAKENNE 3

Tr.ind 139

Littera	TYÖSELITE	YKS.	MÄÄRÄ	YKSIKKÖ HINTA mk	SUMMA mk
	84000 MAAPOHJA	ha	1,0	10000	10000
	1000 RAKENNUSALUEELLA OLEVAT RAKENTEET				
	1510 Pintamaan poisto	m2	5000	3,5	17500
	LEIKKAUKSET, KAIVANNOT JA 2000 AVO-OJA RAKENTEET				
	2120 Maaleikkaus, massat läjitykseen	m3ktr	1200	19	22800
	4000 PINGER- JA KERROSRAKENTEET				
	4110 Maapenger	m3rtr	1000	42	42000
	4450 Suodatinkangas KL2	m2	4800	3	14400
	4510 Sitomattomat kantavat kerrokset				
	4512 täyte urakoitsijan materiaalista	m3rtr	800	85	68000
	5000 PINTARAKENTEET JA VIIMEISTELYT				
	5230 AB-päällyste	m2	3000	26	78000
	5620 Nurmiverhoukset IV-lk	m2	4000	1,5	6000
	6000 PERUSTUS- JA PUTKIRAKENTEET				
	6820 Sivuojarummut (400 M)	m	50	300	15000
	7310 Liikennemerkkit	kpl	10	800	8000
					273700
	Yhteiskustannukset 15 % rakennuskustannuksista				41055
	Kokonaiskustannus				314755



## Ympäristö/vaikutukset

- TIEL 3200519 Yleisten teiden ympäristön tila. Kaupunkiseutujen pääväylät - Tilaselvitysten yhteenveto (TS 27/1998)
- TIEL 3200528 Moottoritien vaikutus Salminlahden linnustoon (TS 36/1998)
- TIEL 3200555 Ohikulkutie ja taajama (TS 9/1999)
- TIEL 3200558 Niittykasvillisuuden perustaminen tieluiskiin - Koetuloksia ja kirjallisuusselvitys (TS 12/1999)
- TIEL 3200560 Saneerattujen taajamien viherympäristö, kivetyn pinnat, kalusteet - Kuntotarkastelu (TS 15/1999)
- TIEL 4000206 Suomen tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset - Vuoden 1996 selvityksen päivitys (SJ 23/1999)
- TIEL 4000215 Liikenne-ennuste vuosille 1997-2030 - Vuoden 1995 ennusteen tarkistaminen (SJ 35/1999)
- TIEL 4000216 Tieliikenteen ajokustannukset: Onnettomuuskustannukset Suomessa ja Ruotsissa (SJ 36/1999)
- TIEL 4000217 Tieliikenteen ajokustannukset: Ajoneuvokustannukset (SJ 37/1999)
- TIEL 4000218 Tieliikenteen ajokustannukset: Aikakustannukset (SJ 38/1999)

## Tietekniikka

Hydraulisilla sideaineilla sidottujen materiaalien laadunvarmistus:

TIEL 3200514 osa 1. Sementillä sidotut materiaalit - Kirjallisuusselvitys (TS 23/1998)

TIEL 3200515 osa 2. Sementillä sidottujen materiaalien jäätymis-sulamiskestävyys (TS 24/1998)

TIEL 3200516 osa 3. Koekappaleiden valmistuksen ja säilytyksen vaikutus sementillä sidotun materiaalin lujuuteen (TS 25/1998)

TIEL 3200520 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Teiden pehmeikkötutkimukset (TS 28/1998)

TIEL 3200527 Muovibitumikokeilut 1997 (TS 35/1998)

TIEL 3200531 Liikennemerkkien tukien taipumaluokat prEN 12899-1 mukaan. Yleistä projektista - Tyyppisarjojen tukien rakennesuunnittelun tarkistus - Uudet taipumaluokat (TS 39/1998)

TIEL 3200537 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Siltojen pohjatutkimukset (TS 1/1999)

TIEL 3200539 Tiepenkereiden vetolujitteiden toiminta käyttötilassa (TS 47/1998)

Syvästabilointi Tielaitoksen kohteissa:

TIEL 3200540 Osa 1: Toteutetut kohteet (TS 2/1999)

TIEL 3200541 Osa 2: Laadunvalvontatutkimukset ja laadunvalvontien vaikutus (TS 3/1999)

TIEL 3200553 Uusiopäällystetutkimukset (TS 7/1999)

TIEL 3200557 Loivaluiskaisten teiden kuivatus (TS 11/1999)

TIEL 3200571 Asfalttinormien kiviainesten hienoainesseoksen laatuvaatimukset (TS 26/1999)

TIEL 3200578 Halvat kevyen liikenteen väylät (TS 35/1999)

TIEL 4000199 Selvitys tien häikäisysojista (SJ 5/1999)

TIEL 4000200 Kelirikkoisen soratien kantavuuden parantamismenetelmiä. Bitumistabilointi ja raudoitettu murske. Loppuraportti. (SJ 6/1999)

TIEL 4000201 Teiden talvihoidon yhteiskunnalliset vaikutukset. Yhteenveto tehdyistä selvityksistä. (SJ 9/1999)

TIEL 4000202 Tutkimus- ja kehittämistoiminnan vuosiraportti 1998 (SJ 10/1999)

TIEL 4000209 Kevyen liikenteen kaatumistapaturmien selvittäminen sairauskertomusten perusteella - Jyväskylä (SJ 26/1999)

TIEL 4000210 Laatuvaatimusten asettaminen, kun urakka sisältää suunnittelun ja rakentamisen (SJ 27/1999)



**OHJEET JALAA TUVAATIMUKSET**

TIEL 2110013	Maaston ja kallon muotoilu - Maisemaohje
TIEL 2110014	Läjätyksalueen suunnittelu - Läjätyksalueohje
TIEL 2130016	Kevyen liikenteen suunnittelu
TIEL 2140009	Teiden suunnittelu V. Tiehen kuuluvat laitteet 5. Reunatuot
TIEL 2140010	Taajamapäälylysteet ja reunatuot
TIEL 2140011	Päälylysteiden suunnittelu.
TIEL 2140013	Teiden suunnittelu V. Tiehen kuuluvat laitteet 3. Meluesteet
TIEL 2140014	Teiden suunnittelu V. Tiehen kuuluvat laitteet 4. Aidat
TIEL 2140015	Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset
TIEL 2140016	Puun käyttö meluesteissä
TIEL 2150002-98	Ympäristötieto ja tietolähteet tiensuunnittelussa
TIEL 2150003-98	Vihertöiden toteuttaminen tieympäristössä
TIEL 2150008	Luonnon monimuotoisuus ja tienpito - Tieluonnon hoito-ohjelma
TIEL 2150009	Tiehankeiden ja tienpidon toimien ympäristövaikutusten selvittäminen
TIEL 2180003	Tiesuunnitelman pohjatutkimukset
TIEL 2210010-98	TYLT: Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuot ja sorapinta
TIEL 2210013	TYLT: Tiekaiteet
TIEL 2212400-98	TYLT: Viherrakenteet
TIEL 2212802-98	TYLT: Päälylystystyöt
TIEL 2212809-98	TYLT: Murskaustyöt
TIEL 2230018-98	Teiden talvihoito - Laadun määrittely 1998
TIEL 2230054	Kevyen liikenteen väylien hoito - Menetelmätieto
TIEL 2240002-98	Yleiset arvomuutosperusteet: Murskaustyöt
TIEL 2243560-98	Päälylystystöiden yleiset arvomuutosperusteet.

**SELVITYKSIÄ (=TS) JA SISÄISIÄ JULKAISUJA (=SJ):**

**Liikennetekniikka**

TIEL 3200526	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tiettyypivaihtoehtojen vertailu. Vt 5 välillä Vehmasmäki-Hiltulanlahti (TS 34/1998)
TIEL 3200561	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Ohitusnäkemät (TS 16/1999)
TIEL 3200570E	S 12 Improvement solutions for main roads: New road types - Summary on test roads in Finland (TS 25/1999)
TIEL 4000190	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tiettyypit - Yhteenvedo Suomen koeteistä (SJ 31/1998)
TIEL 4000191	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tiettyypit - Koeteiden turvallisuus (SJ 20/1999)
TIEL 4000193	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tiettyypit - Selvitys ulkomaisista kokemuksista (SJ 21/1999)
TIEL 4000212	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Parannettavien pääteiden suuntaust (SJ 30/1999)
TIEL 4000213	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tiettyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 6 välillä Koskenkylä - Kouvola Osa A: Raportti, Osa B: Liitekartat (SJ 31/1999)
TIEL 4000221	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut - Tutkimussuunnitelma (SJ 42/1999)